

PENGARUH KABUT GARAM TERHADAP KINERJA ISOLATOR 20 KV BERBAHAN POLIMER RESIN EPOXY

Sudirman S. dan Sri Kurniati A.

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknik Undana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang- Nusa Tenggara Timur-Indonesia

Email: sridirman@yahoo.com dan sri_kurniatia@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja isolator polimer jenis epoksi resin 20 kV dalam kondisi kabut garam dan dibandingkan dengan kabut bersih. Pengukuran dilakukan dalam suatu kamar kabut (*Test Chamber*) yang temperaturnya diatur menjadi 3 tingkatan, yakni tingkat rendah ($0^{\circ} - 25^{\circ}\text{C}$), sedang ($25^{\circ} - 35^{\circ}\text{C}$) dan tinggi ($35^{\circ} - 45^{\circ}\text{C}$). Kemudian dilakukan pengukuran arus bocor baik dalam kondisi kabut bersih maupun kabut garam dengan mengambil sampel isolator polimer dalam kondisi bersih dan berpolutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja isolator sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan terutama yang berada di daerah pantai yang sering berkabut garam. Dalam kondisi kabut bersih tanpa polutan diperoleh pengujian arus bocor sebesar 20 uA pada suhu 40 derajat, sedangkan pada kondisi kabut garam sebesar 25 uA. Kemudian dalam kondisi berpolutan ringan arus bocor naik menjadi 21 uA pada kondisi bersih sedangkan pada kondisi kabut garam menjadi 26 uA.

Abstract

This paper aim to know polymer isolator performance of epoksi resin 20 kV in condition of salt fog and compared to cleanness fog. Measurement done in a cloud chamber (Chamber Test) which its the temperature is arranged to become 3 level: low ($0^{\circ} - 25^{\circ}\text{C}$), medium ($25^{\circ} - 35^{\circ}\text{C}$) and height ($35^{\circ} - 45^{\circ}\text{C}$). And then is done measurement of good blowby current in condition of clean fog and also salt fog by taking polymer isolator sample in condition of cleanness and pollutant. Result of study indicates that isolator performance hardly influenced by condition of area of especially residing in coast area that is often foggy salt. In condition of clean fog without pollutant is obtained by examination of leaky current 20 uA at temperature 40° , while at condition of salt fog 25 uA. Finally, in condition of light pollutant of rising blowby current becomes 21 uA at condition of cleanness while at condition of salt fog becomes 26 uA.

Keywords: Current, Cloud, Resin Epoxy

1. Pendahuluan

Polusi pada isolator dapat menimbulkan arus bocor pada permukaan isolator, arus bocor ini akan bertambah besar jika udara lembab atau pada saat hujan gerimis [1, 2]. Sebagai isolator pasangan luar, kondisi lingkungan cukup berpengaruh terhadap material isolasi. Adanya polutan di udara dapat menyebabkan permukaan isolator dilapisi oleh polutan yang mengendap. Saat terjadi hujan, polutan pada permukaan isolator akan larut dalam air dan membentuk jalur konduktif yang kontinu sehingga dapat menyebabkan arus bocor. Adanya arus bocor ini menimbulkan panas yang akan mengeringkan polutan pada permukaan isolator. Hal inilah yang menyebabkan terbentuknya pita kering. Dengan adanya pita kering memicu terjadinya pelepasan muatan ke udara dikarenakan distribusi medan listrik pada pita kering

lebih tinggi dibanding daerah lainnya. Jika pita kering semakin meningkat, maka semakin lama akan menyebabkan terjadinya *flashover* yang merupakan kegagalan suatu isolator. Hal ini telah dipertegas oleh [3], yakni apabila polutan tersebut dibiarkan, maka jalur konduktif pada permukaan isolator yang terbentuk akan semakin tinggi nilai konduktivitasnya, yang menyebabkan adanya arus bocor bahkan dapat terjadi tegangan lewat denyar / *flashover*.

Selanjutnya, efek kelembaban memberi pengaruh yang signifikan bagi kenaikan arus bocor pada isolator baik dalam keadaan bersih maupun terpolusi [4,5]. Pada kondisi lingkungan dengan polusi tinggi dan kelembaban tinggi, lapisan polutan yang menempel pada permukaan terjadi pembasahan sehingga arus bocor yang mengalir dapat menyebabkan pemanasan polutan pada lapisan. Lapisan ini

dapat membentuk pita kering (*dry band*) akibat dialiri arus bocor yang terus menerus. Kondisi ini pada tegangan tertentu dapat menyebabkan pelepasan muatan melintasi pita kering. Busur pelepasan muatan dapat memanjang sehingga terjadi flashover yang melalui seluruh permukaan isolator.

Oleh karena itu, saat ini penggunaan isolator berbahan jenis polimer resin epoksi semakin digiatkan karena mempunyai kelebihan dibanding dengan isolator keramik dan gelas [6]. Terdapat beberapa keuntungan yang dimiliki bahan polymer jika dibandingkan dengan bahan porselin / keramik, yaitu konstruksi lebih ringan (rapat massa rendah), sifat dielektrik, resistifitas volume dan sifat thermal lebih baik, bersifat *hydrophobic* (anti air), dan proses pembuatan lebih cepat (Salama Manjang, 2000). Adapun kekurangan yang dimiliki oleh isolator polymer (non-keramik) adalah penuaan / degradasi pada permukaan isolator, kekuatan mekaniknya kecil / kurang bagus, kompatibilitas material, kurang tahan terhadap perubahan cuaca, dan bahan mentah relatif mahal.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan dan Alat yang Digunakan

Bahan Pengujian

Bahan pengujian meliputi semua bahan yang diperlukan untuk melakukan pengujian, baik sebagai bahan uji maupun yang membantu pengujian. Bahan pengujian ini terdiri dari isolator uji, bahan pengotor, bahan pelapis (*coating*), pelarut pelapis (*solvent*) dan air distilasi. Bahan kontaminan dibuat dari campuran sejumlah garam laut dengan bahan tak larut berupa 40 gram kaolin untuk setiap 1 liter air destilasi dan bahan kontaminan semen kupang.



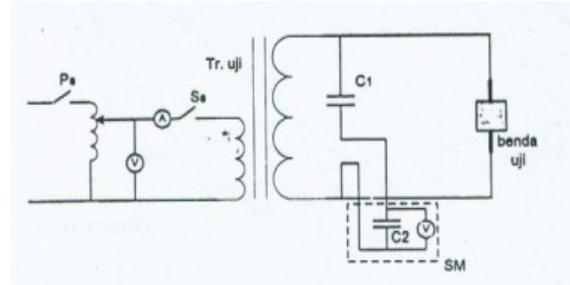
Gambar 1. Isolator Uji

Alat Pengujian

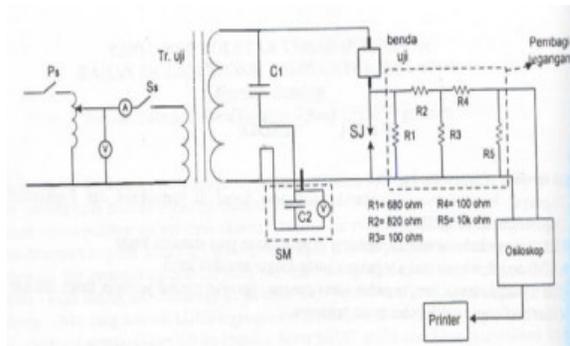
1. Peralatan pengujian tegangan tinggi, peralatan pengujian tegangan tinggi terdiri dari trafo uji dan panel pengendali. Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa satu unit alat uji tegangan tinggi 220V/100kV,

berkapasitas 5 kVA beserta beberapa peralatan lain yang terhubung.

2. Pembagi tegangan yang berfungsi membagi tegangan agar tegangan yang masuk sesuai dengan kemampuan osiloskop. Adapun rangkaian pengukuran tegangan kritis flashover AC dan rangkaian pengukuran arus bocor seperti yang terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Rangkaian Pengukuran Tegangan Kritis Flashover AC



Gambar 3. Rangkaian Pengukuran Arus Bocor

3. Chamber pengujian, merupakan tempat pengujian isolator.
4. Thermometer, barometer, dan hygrometer, digunakan untuk mengetahui kondisi lingkungan saat pengujian.
5. Seperangkat alat pembasahan, menggunakan *sprayer*, kompresor dan alat pembantu penyemprotan.
6. Sela jarum untuk melindungi pembagi tegangan dan osiloskop apabila terjadi *flashover*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

Flashover

Flashover adalah gangguan eksternal yang terjadi pada permukaan isolator atau proses loncatan api pada permukaan suatu isolator yang disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya suhu, kelembaban, dan lingkungan sekitarnya

(debu, asap pabrik dan polutan garam). Di Indonesia pada musim kemarau terjadi penumpukan partikel-partikel kontaminan pada permukaan isolator dengan jenis dan tingkat kontaminan yang berbeda-beda. Sesuai dengan kondisi sekitar isolator itu dipasang, semakin jauh dari pantai semakin kecil *Equivalent Salt Deposit Density* (ESDD) nya. Tegangan *flashover* adalah nilai atau ukuran tegangan yang dapat ditahan isolator sampai terjadinya lompatan api / *flashover* [7].

Kegagalan tegangan pada isolator dapat dibedakan dalam dua kejadian, yaitu kegagalan tegangan tembus (*puncture voltage*) dan kegagalan permukaan yang berupa *flashover*. Tegangan gagal *flashover* lebih rendah dari tegangan gagal tembus, apabila isolator mengalami tegangan tembus, maka isolator dapat mengalami kerusakan total (hancur).

Pengujian Kabut Garam

Kabut garam yang digunakan pada pengujian ini dilewatkan melalui *nozzle* ke dalam ruang uji. Konduktivitas kabut menengah (800 $\mu\text{S/cm}$) dan konduktivitas kabut sangat berat (2100 $\mu\text{S/cm}$) digunakan untuk pengujian ini. Untuk kelembaban rendah, kabut garam disemprotkan dulu ke dalam ruang uji, sebelum pengujian dilakukan, karena apabila dilewatkan melalui *nozzle* bersamaan dengan pengujian, kelembaban ruang uji menjadi meningkat, sehingga kelembaban rendah tidak memungkinkan terjadi.

Pola Arus Bocor Dengan Kenaikan Tegangan Uji

Dalam pengujian dengan kabut garam digunakan tegangan uji yang berbeda, dan diperoleh pengujian arus bocor yang lebih besar dibanding dengan pengujian kabut bersih. Hal ini disebabkan karena adanya partikel-partikel garam dari kabut yang mempengaruhi unjuk kerja permukaan isolator uji.

Tabel 1. Pengukuran Arus Bocor Pengujian Kabut Garam dengan Tegangan 12,5 kV

No.	Tingkat Kelembaban	Temperatur	Arus Bocor
1.	Rendah (50%-60%)	0 - 25 ⁰	22,4 uA
2.	Sedang (65% - 75%)	25 ⁰ - 35 ⁰	24,6 uA
3.	Tinggi (80% - 95%)	35 ⁰ - 45 ⁰	26,5uA

Tabel 2. Pengukuran Arus Bocor Pengujian Kabut Garam, Isolator Polutan Ringan 300 $\mu\text{S/cm}$

No.	Tingkat Kelembaban	Temperatur	Arus Bocor
1.	Rendah (50%-60%)	0 - 25 ⁰	30,8 uA
2.	Sedang (65% - 75%)	25 ⁰ - 35 ⁰	35,3 uA
3.	Tinggi (80% - 95%)	35 ⁰ - 45 ⁰	40,5uA

Tabel 3. Pengukuran Arus Bocor Pengujian Kabut Bersih, Isolator Polutan Ringan 600 $\mu\text{S/cm}$

No.	Tingkat Kelembaban	Temperatur	Arus Bocor
1.	Rendah (50%-60%)	0 - 25 ⁰	25,07 uA
2.	Sedang (65% - 75%)	25 ⁰ - 35 ⁰	32,3 uA
3.	Tinggi (80% - 95%)	35 ⁰ - 45 ⁰	38,1uA

Tabel 4. Pengujian Arus Bocor pada Isolator Berpolutan dengan Konduktivitas yang Bervariasi pada Kenaikan Temperatur, Kelembaban Tinggi

Isolator dengan polutan 300 $\mu\text{S/cm}$ dengan konduktivitas 800 uS/cm			Isolator dengan polutan 2100 $\mu\text{S/cm}$ dengan konduktivitas 1200 uS/cm		
35°C (uA)	40°C (uA)	45°C (uA)	35°C (uA)	40°C (uA)	45°C (uA)
49,4	292,5	498,5	69	195	407

Untuk melihat besar arus bocor setiap kenaikan tegangan uji pada isolator bersih, isolator terpolutan ringan dan terpolutan menengah dengan kabut garam yang mempunyai konduktivitas 300 $\mu\text{S/cm}$ dan 600 $\mu\text{S/cm}$ dengan kelembaban rendah sampai kelembaban tinggi, dapat dilihat pada Tabel 5. Seperti pada pengujian kabut bersih, pada kabut garam kenaikan arus bocor akan naik sesuai dengan kenaikan tegangan uji.

3.2 Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan Tabel 1-5 terlihat bahwa ada pengaruh kenaikan arus bocor terhadap lingkungan yang berkabut yang mengandung polutan. Semakin tinggi polutan yang menempel pada isolator maka semakin tinggi arus bocor yang mengalir pada isolator tersebut, demikian juga pengaruh tingkat kelembabannya. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh lingkungan dan kelembaban dalam suatu daerah lingkungan akan mempengaruhi kinerja dari isolator yang digunakan baik untuk jaringan distribusi maupun untuk transmisi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kinerja isolator polimer sangat terpengaruh terhadap lingkungan terutama yang berada di pinggir pantai, akibat adanya kondisi kabut bergaram.
2. Pengaruh kabut garam dapat menyebabkan kenaikan arus bocor dibanding dengan kabut bersih yakni pada isolator tanpa polutan sebesar 25uA pada suhu 40 derajat, sedangkan pada kabut bersih sebesar 20 uA.
3. Pengaruh polutan juga dapat mempengaruhi kinerja isolator polimer, yakni pada kondisi polutan sedang

diperoleh arus bocor sebesar 26 uA pada kondisi kabut garam, sedangkan pada kabut bersih diperoleh sebesar 21 uA.

4. Semakin tinggi suhu pada suatu lingkungan, maka semakin tinggi tingkat arus bocor yang terjadi pada isolator.

Tabel 5 Pengujian Arus Bocor pada Pengujian Kabut Garam dengan Kelembaban Berbeda dengan Tegangan Uji yang Bervariasi

Teg. Uji	Isolator Bersih			Isolator dengan polutan 300 μ S/cm			Isolator dengan polutan 600 μ S/cm		
	Rendah (uA)	Sedang (uA)	Tinggi (uA)	Rendah (uA)	Sedang (uA)	Tinggi (uA)	Rendah (uA)	Sedang (uA)	Tinggi (uA)
5,5	24	25	21	19	23	23	26	18	18
10	28	29	22	21	26	24	28	22	23
12,5	28	30	27	24	29	26	31	23	24
15	29	33	26	27	30	26	25	23	21
20	32	33	27	29	29	28	26	27	27

DAFTAR PUSTAKA

[1] Jatmiko, Hasyim Asyari, Hartoyo.2004. *Pengaruh Polutan Garam Terhadap Arus Bocor pada Bahan Isolasi Resin Epoksi Bhisphenol A untuk Isolator Tegangan Tinggi*. Jurnal Teknik. UMS. Surakarta.

[2] Tobing Bonggas L,. 2003. *Hubungan Profil Isolator dengan Tingkat Intensitas Polusi di Suatu Kawasan*. Makalah, USU. Sumatera Utara.

[3] Djoko Sedyadi – Tumiran – Hamzah Berahim. 2001. *Pengaruh Kontaminan Terhadap Arus Bocor pada Isolator Gantung*. Tesis Fakultas Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada, Mei 2001, Yogyakarta.

[4] W. Wiratma dan Suwarno. 2000. *Pengaruh Temperatur dan Kelembaban Terhadap Arus Bocor dan Tegangan Lewat Denyar Isolator Keramik Jenis Pospin 20 kV untuk Berbagai Tingkat / Jenis Polusi*. Proceedings Seminar Nasional dan Workshop Tegangan Tinggi III. Universitas Indonesia. Depok, Jakarta,

[5] Abdul Syakur, dkk. 2012. *Unjuk Kerja Isolator 20 kV Bahan Resin Epoksi Silane Silika Kondisi Basah dan Kering*. Transmisi, 14 (2), hal. 68-72.

[6] Bahri Syamsul. 2005. *Pengukuran Sudut Kontak Terhadap Kinerja Material Isolasi Berbahan Dasar Resin Epoksi dengan Pengisi Alumunium Trihydrate (ATH) dan Silicone Rubber Terkontaminasi Polutan Parangritis dan Industri Gresik*. Skripsi UGM. Yogyakarta.

[7] Dyah Ika Susilawati1, Hermawan, dan Abdul Syakur. 2011. *Analisa Arus Bocor Permukaan Bahan Isolasi Resin Epoksi Silane Menggunakan Metode Pengukuran Inclined-Plane Tracking*. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.