

Pengaruh Arus Bocor Terhadap Perubahan Temperatur Pada Kabel Bawah Tanah 20 Kv

Erhaneli*, Musnadi**

*Dosen Jurusan Teknik Elektro
**Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Padang

ABSTRAK

Isolasi adalah satu faktor yang penting sekali dalam disain kabel bawah tanah. Awal dari kerusakan ini adalah kurang sempurnanya dalam pembuatan isolasi kabel tersebut. Kerusakan pada isolasi kabel akibat yang besar dari muatan listrik. Menyebabkan terbentuknya rongga, apabila isolasi tersebut melebihi tegangan dari kemampuannya maka akan terjadi kenaikan temperatur, kenaikan temperatur yang melebihi kemampuan isolasi akan memperbesar rongga udara pada kabel.

Tekanan yang tinggi menyebabkan muatan listrik akan terdesak ketempat rongga udara sehingga terjadi lompatan-lompatan pada permukaan isolasi akibatnya akan terjadi arus bocor dan kekuatan isolasi akan menurun sehingga umur isolasi akan berkurang.

Tujuan penelitian ini adalah melihat bagaimana pengaruh arus bocor akibat kenaikan temperatur kabel bawah tanah 20 kV pada SKTM. Berdasarkan hasil perhitungan didapat bahwa pada saat temperatur semakin besar dari temperatur normal maka arus bocor semakin besar, dan pada saat temperatur semakin kecil dari temperatur normal maka arus bocorpun semakin semakin besar.

Kata Kunci : Arus bocor ,Temperatur, Kabel Tanah 20 kV

1. PENDAHULUAN

Penyaluran energi listrik dari pusat pembangkit ke konsumen dalam kapasitas yang besar pada umumnya dilakukan dengan mempergunakan saluran menengah, saluran tinggi atau ekstra tinggi. Namun untuk daerah perkotaan yang tingkat kepadatan penduduknya cukup tinggi, maka untuk penyaluran daya tegangan menengah 20 kV hantaran udara kadang kala sulit untuk diterapkan karena mengurangi estetika ruang, yang memerlukan jarak yang aman dan juga harga tanah yang tinggi. Alternatif untuk menyelesaikan dan mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan kabel bawah tanah untuk penyaluran daya tegangan menengah 20 kV.

Untuk itu maka faktor yang penting dilakukan dalam desain kabel bawah tanah adalah isolasi, karena salah satu kendala dari penggunaan kabel bawah tanah ini adalah kegagalan dalam menjalankan fungsinya

sebagai isolasi tegangan menengah, di karenakan dalam pembuatan kabel kadang-kadang tidak sempurna sehingga terdapat rongga dalam isolasi tersebut. Jika kecepatan pembangkitan panas di suatu titik dalam bahan melebihi laju pembuangan panas keluar, maka akan terjadi keadaan tidak stabil dan pada suatu saat bahan akan mengalami kegagalan, kegagalan inilah yang disebut kegagalan thermal. Dan jika hal ini berlangsung lama akan mengurangi keandalan dari kabel yang akan menyebabkan terjadinya kegagalan isolasi, dan kerusakan pada kabel. Fenomena ini dilihat dari kondisi normal ke kondisi terjadinya kegagalan thermal pada kabel tegangan menengah 20 kV.

Dalam penelitian ini akan melihat seberapa besar pengaruh arus bocor yang diakibatkan oleh kenaikan temperatur pada kabel yang digunakan pada saluran tegangan menengah yang menggunakan kabel tegangan menengah 20 kV. Sebagai aplikasi penelitian

ini adalah SKTM (GH GOR Agus Salim-Jembatan Alai Padang).

2. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana pengaruh arus bocor yang diakibatkan oleh kenaikan temperatur pada kabel tanah 20 kV, dengan cara menghitung arus bocor pada kabel berinti satu dengan jenis isolasi XLPE akibat kenaikan temperatur dan memperkirakan umur isolasi akibat dari arus bocor pada kabel tegangan menengah 20 kV akibat kenaikan temperatur.

3. TINJAUAN PUSTAKA

Pada umumnya banyak isolasi yang tidak menjalankan fungsinya dengan baik pada waktu beroperasi. Hal ini disebabkan karena kabel mengalami kegagalan isolasi. Salah satu penyebab kegagalan isolasi tersebut adalah penambahan beban yang begitu besar pada waktu kabel beroperasi. Akibat dari arus yang meningkat maka temperatur di sekitar kabel juga akan meningkat, yang kemudian mengakibatkan ketidakstabilan thermal.

Turan, Gonen "*Electric Power Transmission System Engineering*", yang menjelaskan tentang karakteristik listrik isolasi kabel bawah tanah (*underground cable*)

Arismunandar. A, dalam buku *Tekhnik Tegangan Tinggi Suplemen*, menjelaskan tentang apabila laju panas yang masuk jauh melebihi panas yang keluar, maka akan terjadi akumulasi panas dalam bahan tersebut. Selanjutnya akumulasi panas yang berlebihan dalam zat padat tersebut akan menyebabkan timbulnya keadaan stabil, yang merupakan awal dari kegagalan thermal.

A.S Pabla "*Sistem Distribusi Daya Listrik*" menjelaskan tentang konstanta dielektrik bahan isolasi. N.H. Malik "*Electrical Insulation In Power Systems*" menjelaskan faktor rugi-rugi dielektrik bahan isolasi XLPE.

Mengacu pada referensi diatas yang digunakan, penulis melakukan penelitian, yang mana kontribusi penelitian ini adalah agar kita dapat melihat pengaruh arus bocor akibat

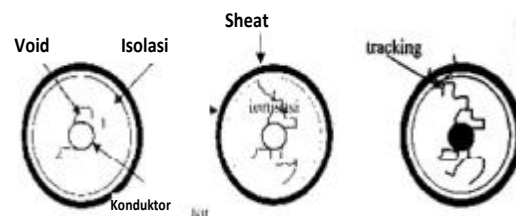
kenaikan temperatur pada kabel bawah tanah 20 kV, serta dapat memaksimalkan dalam penggunaan kabel dan mempermudah dalam memprediksi umur kabel, khususnya pada saluran kabel bawah tanah 20 kV yang jenisnya kabel XLPE.

Proses Terjadinya Arus Bocor

Timbulnya Rongga Pada Kabel

Di dalam kabel sering kali terdapat rongga-rongga yang berisi gas atau udara. Rongga gas atau udara ini terbentuk pada waktu pembuatan kabel atau pada waktu pemakaian kabel. Seperti yang diketahui bahwa suatu kabel terdiri dari beberapa macam lapisan yang terbuat dari bahan yang berlainan dan mempunyai koefisien muai yang berlainan pula. Jika terjadi pemanasan dan pendinginan, baik pada waktu pembuatan atau pada waktu pembebanan dengan arus maka pemuaian dan penyusutan dari masing-masing bahan akan berbeda. Akibatnya akan terbentuklah rongga-rongga berisi gas atau udara diantara lapisan-lapisan itu dan rongga-rongga gas atau udara ini mempunyai kekuatan dielektrik yang lebih kecil dari bahan-bahan isolasinya yang padat. Rongga-rongga pada bahan isolasi dapat juga timbul pada waktu pembuatan kabel.

Rongga udara yang merupakan lubang dengan udara bertekanan rendah dan mempunyai kekuatan dielektrik isolasi, merupakan titik lemah isolasi karena permitivitas yang lebih rendah, maka akan terjadi peningkatan medan listrik di dalam rongga udara melebihi kekuatan tembus udara. Proses terjadinya kerusakan pada kabel ditunjukkan pada gambar-1



Gambar -1 :
Proses terjadinya kerusakan pada kabel

Kegagalan Isolasi

Kegagalan isolasi pada kabel adalah suatu keadaan dimana isolasi tidak dapat

mengantisipasi atau membendung suatu keadaan di luar batas kemampuan isolasi tersebut. Mekanisme kegagalan isolasi ini disebabkan oleh beberapa hal, seperti : jenis bahan elektroda, konfigurasi medan listrik, suhu, tekanan, besar tegangan, dan umur bahan dari bahan isolasi yang digunakan.

Kegagalan Thermal

Kegagalan thermal adalah kegagalan kegagalan yang terjadi jika kecepatan pembangkitan panas di suatu titik dalam bahan melebihi laju kecepatan pembuangan panas keluar. Akibatnya terjadi kegagalan tidak stabil sehingga pada suatu saat bahan mengalami kegagalan. Mekanisme kegagalan thermal mengikuti hukum konversi energi, yaitu panas yang dibangkitkan sama dengan panas yang di salurkan keluar melalui elektroda medium sekelilingnya di tambah dengan panas yang di gunakan untuk menaikkan suhu bahan dari T_1 ke T_2 , atau dalam bentuk persamaan :

$$U_0 = U_1 + U_2$$

Dimana :

U_0 = panas yang dibangkitkan ($^{\circ}C$)

U_1 = panas yang disalurkan keluar ($^{\circ}C$)

U_2 = panas yang di gunakan untuk menaikkan suhu badan ($^{\circ}C$)

Menurut *Whitehead*, tegangan gagal thermal minimum V_m adalah :

$$V_m = \int_{T_m}^{T_0} \left(\frac{8k}{\sigma} \right) dT$$

Dimana :

T_0 = suhu pada permukaan bahan (atau dalam

hal ini sama dengan suhu keliling)($^{\circ}C$)

T_m = suhu kritis dimana bahan gagal ($^{\circ}C$)

σ = konduktivitas listrik (mho/m)

Untuk harga d yang kecil, tegangan gagal menjadi :

$$V_m \sim \sqrt{d}$$

Arus Bocor Pada Kabel Tenaga

Arus bocor merupakan arus yang mengalir menembus atau melalui permukaan isolasi. Isolasi berfungsi untuk memisahkan secara elektrik dua buah penghantar atau lebih yang saling berdekatan, sehingga tidak terjadi kebocoran arus. Arus bocor juga disebabkan oleh rongga-rongga pada bahan isolasi, yang disebabkan kesalahan pada pembuatan bahan isolasi tersebut.

Tahanan isolasi mempengaruhi besarnya arus bocor, tahanan isolasi akan semakin besar jika penghantar semakin panjang. Dimana persamaan dari tahanan isolasi adalah sebagai berikut :

$$I_b = \frac{V_m}{R_p}$$

Dimana :

I_b = Arus bocor (A)

V_m = Tegangan gagal thermal minimum (V)

R_p = Resistansi panas(Ω)

Kebocoran Isolasi

Arus listrik secara normal akan melewati konduktor kabel, sedangkan arus bocor yang tidak diinginkan akan mengalir secara radial dari konduktor melalui dielektrik ke lapisan pelindung. Dalam kabel maka penampang akan menjadi lebih besar bila berawal dari konduktor.

Ketahanan Isolasi kabel

Kegagalan thermal ini akan mengakibatkan umur dari bahan akan berkurang atau semakin besar penurunan umur isolasi dan tergantung dari tegangan yang diterapkan. Hubungan antara tegangan lucutan dengan umur bahwa dinyatakan oleh persamaan berikut :

$$L = A \left| \left(\frac{V}{V_s} \right)^n \right|$$

L = Penurunan umur isolasi (tahun)

V_i = Tegangan dimana mulai terjadi loncatan (V)

$$= V_m + V_s$$

V_m = Tegangan gagal minimum (V)

V_s = Tegangan system (V)

n = Nilai antara 3 dan 10

A = Konstanta

Persamaan ini menunjukkan bahwa makin cepat tegangan lucutan mulai terjadi, semakin pendek umur atau makin besar penurunan umur isolasi, sehingga bahan.kegagalan erosi makin terjadi dalam waktu antara beberapa hari sampai beberapa tahun.

4. HASIL PERHITUNGAN

Tabel-1 Hasil Perhitungan Arus Bocor Akibat Kenaikan Temperatur.

No	Temperatur (°C)		Arus Bocor (Ib)
	(°C)	(°K)	
1.	10	283	0,039 Ampere
2.	12	285	0,035 Ampere
3.	14	287	0,03 Ampere
4.	16	289	0,025 Ampere
5.	18	291	0,017 Ampere
6.	22	295	0,017 Ampere
7.	24	297	0,025 Ampere
8.	26	299	0,03 Ampere
9.	28	301	0,035 Ampere
10.	30	303	0,039 Ampere

Dari tabel hasil perhitungan diatas dapat dilihat bahwa pada saat temperatur melebihi dari temperatur normal maka arus bocor yang terjadi semakin besar, dan pada saat temperatur dibawah temperatur normal nilai arus bocorpun semakin besar. Hal ini diakibatkan karena arus bocor pada kabel dipengaruhi oleh tegangan gagal dan resistansi panas.

5. Kesimpulan

1. Kenaikan temperatur dari kondisi normal (20°C) ke kondisi abnormal (30°C), pada kabel telah mengalami kegagalan kenaikan temperatur yang diasumsikan, hal ini sangat mempengaruhi kerja dari kabel tersebut akibat kenaikan temperatur sehingga akan timbul arus bocor ya

mengakibatkan kerusakan pada isolasi serta akan mengurangi umur isolasi tersebut..

2. Penurunan temperatur dari kondisi normal (20°C) ke kondisi dibawah normal, pada kabel juga mengalami kegagalan karena timbulnya rongga pada kabel akibat penurunan temperatur, hal ini mempengaruhi kerja dari kabel tersebut juga yang mengakibatkan kerusakan isolasi serta juga akan mengalami penurunan isolasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar, DR, "Teknik Tenaga Listrik jilid III" Pradnya Paramita, Jakarta, 1997
2. Arismunandar, A. dan Kuwahara, S. 1997, "Teknik Tenaga Listrik Jilid II", Jakarta, Pradnya Paramita
3. Syamsir Abdul, "Teknik Tegangan Tinggi", Dasar Pembangkit Dan Pengukuran.
4. Arismunandar, A. dan Kuwahara, S. 1997, "Teknik Tegangan Tinggi Suplemen", Jakarta, Pradnya Paramita
5. Turan, Gonen "Electric Power Transmission System Engineering"
6. Pabla, A.S. dan Hadi, Abdul, 1994, "Sistem Distribusi Daya Listrik", Jakarta, Erlangga
7. Basri, Hasan 2003, "Dasar-Dasar Sistem Distribusi Tenaga Listrik", Asosiasi Profesionalis Elektrikal Indonesia (APEI)
8. Supreme Cable Manufacturing Corp.,P.T.(PT.SUCACO), "POWER CABLE CATALOGUE"

