

**ANALISA THD (*TOTAL HARMONIC DISTORSION*) ARUS BOCOR
PADA ISOLATOR KERAMIK TIPE *PIN*
JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 20 kV**

TUGAS AKHIR

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata - 1 pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Andalas

Oleh :

ALBERT P

01 175 074

Pembimbing :

AULIA, ST

MELDA LATIF, MT



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS**

2007

ABSTRAK

Isolator keramik tipe Pin merupakan isolator pasangan-luar yang dipakai pada jaringan distribusi daya listrik. Pada kondisi operasi, unjuk kerja isolator dipengaruhi oleh pengotoran (contaminant) pada permukaan isolator. Pengotoran tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dimana isolator tersebut ditempatkan. Pengujian dilakukan di Laboratorium menggunakan polutan buatan sebagai kontaminan yaitu larutan garam kaolin dan larutan garam semen. Pada saat isolator diberikan tegangan uji maka akan timbul arus bocor akibat endapan garam pada permukaan isolator. Dalam jangka waktu yang panjang fenomena ini dapat menyebabkan kegagalan isolator berupa lewat denyar (flashover) sehingga menyebabkan kegagalan sistem berupa gangguan hubung singkat. Untuk mengetahui hubungan antara tingkat pengotoran dan arus bocor serta THD dari arus bocor maka perlu dilakukan penelitian. Karakteristik arus bocor dapat dilihat dari parameter THD (Total Harmonic Distortion) untuk berbagai kondisi pengujian. Pengujian di laboratorium menunjukkan pengotoran campuran garam dan semen memiliki besaran nilai ESDD dan THD paling besar $0,33 \text{ mg cm}^2$ dan 73,11 %. Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa tingkat pengotoran isolator mempengaruhi perubahan besaran nilai THD dari arus bocor.

Kata Kunci : isolator, arus bocor, pita kering, THD.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Isolator keramik banyak dipakai pada jaringan transmisi dan distribusi. Isolator diperlukan untuk mengisolasi bagian bertegangan dengan bagian netral/tanah. Dalam kenyataan sering terjadi kegagalan sistem akibat kegagalan isolator. Salah satu faktor yang mempengaruhi proses kegagalan isolator pasangan luar (*outdoor insulator*) adalah pengotoran yang terjadi pada permukaannya. Pengotoran tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dimana isolator tersebut ditempatkan[1]. Polusi pada isolator dapat berupa endapan garam tipis yang menempel pada permukaan isolator. Endapan garam ini menimbulkan arus bocor pada permukaan isolator tersebut. Akibat pengaruh lingkungan seperti polusi dan kelembaban yang tinggi, arus bocor (*leakage current*) dapat mengalir pada permukaan isolator yang akan mengakibatkan rugi-rugi energi dan degradasi permukaan isolator. Dalam jangka lama kejadian ini dapat menyebabkan kegagalan isolator dalam bentuk lewat denyar (*flashover*).[2]

Polusi pada permukaan isolator menyebabkan terbentuknya jalur konduktif yang dibentuk oleh lapisan pengotoran pada permukaan isolator dapat menyebabkan terjadinya arus bocor dari saluran ke tanah [3]. Arus bocor pada permukaan isolator merupakan fungsi dari konduktivitas larutan pengotoran dimana dengan meningkatnya polusi pada permukaan isolator maka arus bocor serta nilai konduktivitas larutan pengotoran juga akan meningkat. Konduktivitas larutan pengotoran naik bersamaan dengan naiknya *ESDD (Equivalent Salt*

Deposit Density) atau *Kepadatan Adhesi Garam* (mg/cm^2) dan NSDD (*Nonsoluble Deposit Density*) atau Rapat Endap Bahan Tak Larut [4]. Untuk isolator jenis pasangan-luar (*outdoor-insulators*) nilai *ESDD* dipengaruhi oleh lingkungan dimana isolator tersebut dipasang. Pencemaran isolator oleh senyawa garam (NaCl) dan bahan tak larut (debu) yang terdapat di udara banyak terjadi terutama di daerah pesisir pantai, yang dibawa oleh angin dan menempel pada permukaan isolator.

Isolator Keramik tipe *Pm* digunakan pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20 kV. Isolator ini digunakan untuk jangka waktu dua puluh tahun operasi dan setelah jangka waktu tersebut perlu diadakan pengujian di laboratorium untuk mengetahui kondisi isolator jika masih baik akan digunakan kembali dan jika tidak akan dibuang [5]. Secara umum pengujian pada isolator meliputi pengujian konstruksi, listrik, mekanis, dan thermal. Pengujian isolator secara listrik meliputi pengujian tegangan impuls kering dan basah, pengujian tegangan tembus frekwensi daya, pengujian tegangan impuls lewat denyar dan pengujian pengotoran buatan. Pengujian pengotoran buatan pada isolator bertujuan untuk menyediakan informasi tentang karakteristik isolator jika berada dalam kondisi terpolusi pada keadaan bertegangan [6].

Dilatar belakang uraian diatas maka perlu dilakukan pengujian mengenai arus bocor pada isolator untuk mendapatkan besar *Total Harmonic Distorsion* (THD) dari arus bocor untuk memungkinkan THD sebagai ukuran kandungan harmonik dijadikan sebagai kandidat besaran untuk diagnosis kondisi permukaan isolator, mengingat di Indonesia pemasangan saluran transmisi dan distribusi daya

listrik banyak terkonsentrasi pada daerah-daerah pesisir pantai dan kota-kota industri sehingga memungkinkan terjadinya pencemaran isolator.

I.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan besar arus bocor dan *Total Harmonic Distortion* (THD) dari arus bocor yang mengalir pada permukaan isolator keramik tipe *Pin* Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20 kV pada kondisi bersih dan kondisi terpolusi buatan.

I.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Pengukuran ini akan memberikan informasi mengenai pengaruh pengotoran garam dan semen pada permukaan isolator terhadap magnituda, bentuk gelombang, dan spektrum harmonik dari arus bocor.
2. Perubahan dari satu kondisi ke kondisi lain memungkinkan *Total Harmonic Distortion* (THD) dari arus bocor dijadikan sebagai kandidat besaran untuk diagnosis kondisi isolator.

I.4 Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan penulis gunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Studi kepustakaan dengan mempelajari konsep-konsep dan teori-teori mengenai arus bocor pada isolator khususnya untuk isolator jenis pasangan-luar (*outdoor-insulator*).
2. Melakukan simulasi pengotoran dan pengukuran arus bocor isolator.

BAB IV

HASIL ANALISA DAN DISKUSI

Bab ini membahas hasil penelitian pengukuran arus bocor dan membandingkan besaran THD pada setiap kondisi pengujian pada isolator keramik tipe *Pm*. Hasil penelitian yang didapatkan berupa data arus bocor yang selanjutnya diolah dengan Ms Excel dan Software Matlab 6.1, untuk melihat perbandingan dari *Total Harmonic Distorsion* (THD) dari arus bocor. Pembahasan dibagi atas empat bagian. Bagian pertama membahas karakteristik THD arus bocor pada kondisi bersih, bagian kedua membahas karakteristik THD arus bocor dengan polutan semen, bagian ketiga membahas perbandingan karakteristik THD arus bocor dengan pengotoran garam, bagian keempat membahas perbandingan karakteristik THD arus bocor dengan pengotoran campuran garam dan debu semen.

4.1 Karakteristik THD Arus Bocor Pada Kondisi Bersih

Tegangan uji AC (50 Hz) yang diterapkan pada isolator adalah ± 12 kV, dengan asumsi tegangan jaringan hubungan Y, distribusi tegangan isolator sama dan tegangan fasa ke netral 12 kV pada sistem 20 kV.

4.1.1 Pengukuran Arus Bocor Kondisi Bersih Kering

Data arus bocor diambil dengan kondisi temperatur udara = 26.8°C , dengan ESDD = $7.4 \cdot 10^{-4}$ mg cm^{-2} , kelembaban relatif (RH) = 85 %, $I(t)$ peak = 0.704 mA dan THD 53.04 %. Bentuk gelombang arus bocor pada isolator kering bersih terlihat pada Gambar (11.a) Besar arus bocor $i(t)$ (mA) dan gelombang tegangan input $v(t)$ (kV) berada pada kiri dan kanan *axis* grafik dan spektrum frekuensi pada gambar (11.b).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Magnituda arus bocor kondisi basah lebih tinggi dari magnituda arus bocor permukaan isolator kondisi kering.
2. THD dari arus bocor pada kondisi kering lebih besar dibandingkan THD arus bocor kondisi basah.
3. THD dari arus bocor cenderung semakin meningkat dari kondisi pengujian bersih ke kondisi dengan polutan semen.
4. Magnituda arus bocor dengan pengotoran garam dan kaolin lebih kecil daripada dengan pengotoran garam dan semen.
5. THD arus bocor dengan pengotoran garam dan kaolin lebih kecil daripada dengan pengotoran garam dan semen.

5.2 Saran

Berikut dikemukakan beberapa saran untuk penelitian berikutnya :

1. Disarankan pada pengujian berikutnya melakukan pengujian arus bocor pada isolator yang terkontaminasi secara alamiah sehingga akan lebih mendapatkan data yang lebih nyata dibanding dengan pengukuran arus bocor dengan polutan buatan skala laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suwarno., **Karakteristik Arus Bocor dan Tegangan Lewat Denyar Isolator Polimer Pasangan Luar**. ITB.Bandung. 2005.
- [2] Suwarno, Hary Darmawan. **Studi Bentuk Gelombang Arus Bocor Pada Isolator Keramik POS-PIN 20 kV dalam Berbagai Kondisi Lingkungan**.Vol. 7 No 1. ITB.Bandung. 2001
- [3] Tobing. L Bonggas. **Hubungan Profil Isolator Dengan Tingkat Intensitas Polusi Di Suatu Kawasan**.USU.2003
- [4] Djoko Sedyadi, Tumiran, Hamzah Berahim. **Efek Kontaminan Terhadap Rugi Daya Isolator Saluran Transmisi Tenaga Listrik**.FOSTU.ITB.Bandung. 2001.
- [5] PT.PLN PERSERO. **Himpunan Buku Petunjuk Operasi dan Pemeliharaan Penyaluran Tenaga Listrik**. PLN. Jakarta. 1984
- [6] Gorur Ravi S. **Outdoor Insulator**.Phoenix.Arizona 85044.USA. 1999.
- [7] Mazen Abdul Salam et-al.**High Voltage Engineering Theory and Practice Second Edition Revised and Expanded**.Marcel Dekker Inc.New York.2000.
- [8] Arismunandar, Kuwara. **Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik Jilid II Saluran Transmisi**. PT Abadi.Pradya Paramitha.Jakarta. 1993.
- [9] V Kamaraju. **High Voltage Engineering**.Tata Mc-Graw Hill.India.1995.
- [10] M Farzaneh, T Baker et al.**Insulator Icing Test Methods and Procedures A Position Paper Prepared by the IEEE Task Force on Insulator Icing Test Methods**.Vol 18 No 4 October.IEEE.2003
- [11] H.Haryono, et.al.**Pengaruh Kabut Garam Terhadap Ketahanan Tegangan Isolator**.SWNTT. UGM.Jogjakarta ,1999
- [12] International Electrotechnical Commission (IEC) 507. **Artifial Pollution Test On High Voltage Insulators To Be Used On A.C Systems**. 1975