

**ANALISA SURFACE PARTIAL DISCHARGE PADA ISOLATOR
SUSPENSION TIPE BALL DAN SOCKET DENGAN PENGOTORAN
GARAM DAN DEBU SEMEN**

TUGAS AKHIR

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Stratum-1 (S1) Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Andalas

Oleh :

ADE WIBAWA
01 175 073

Pembimbing :

Aulia, ST
NIP : 132 166 501



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2007**

ABSTRAK

Isolator pasangan-luar jenis suspension seringkali dipakai pada jaringan transmisi dan distribusi daya listrik dan dalam pengoperasiannya, isolator ini dipengaruhi oleh pengotoran (contaminant) pada permukaannya sehingga menimbulkan medan yang tinggi. Hal ini menyebabkan munculnya aktifitas surface partial discharge. Dalam jangka waktu yang panjang, dapat menyebabkan kegagalan sistem berupa gangguan hubung singkat sehingga perlu dilakukan penelitian. Surface partial discharge yang terjadi ditangkap oleh osiloskop dan ditransfer ke PC dengan menggunakan software LabView. Hasil pengujian dan analisa didapat untuk ESDD $2,172 \cdot 10^{-3} \text{ mg/cm}^2$ pada 5 menit pertama didapat muatan total 26838,08 pC, jumlah pulsa 175 dan pada 15 menit berikutnya muatan total 2159,932 pC, jumlah pulsa 57 dan pada 30 menit berikutnya muatan total 12,3 pC, jumlah pulsa 1. Dapat dilihat bahwa parameter muatan total dan jumlah pulsa mengalami penurunan seiring pertambahan waktu. Untuk ESDD $0,047 \text{ mg/cm}^2$ pada 5 menit pertama didapat muatan total 110190,1 pC, jumlah pulsa 316 dan pada 15 menit berikutnya muatan total 9391,36 pC, jumlah pulsa 58 dan pada 30 menit berikutnya muatan total 602,62 pC, jumlah pulsa 16. Dapat dilihat bahwa parameter muatan total dan jumlah pulsa mengalami penurunan seiring pertambahan waktu. Dari dua kondisi diatas (ESDD $2,172 \cdot 10^{-3} \text{ mg/cm}^2$ dan ESDD $0,047 \text{ mg/cm}^2$) dapat disimpulkan bahwa magnituda parameter surface partial discharge yang terjadi cenderung meningkat seiring dengan peningkatan level ESDD.

Kata kunci : *surface partial discharge*, isolator, ESDD.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Isolator rantai merupakan suatu bahan dielektrik padat. Material isolator memiliki suatu tahanan yang cukup besar. Meskipun demikian, bahan dielektrik ini memiliki batas kekuatan dielektrik tertentu. Isolator rantai banyak digunakan di dalam jaringan kelistrikan yaitu pada saluran transmisi dan distribusi. Isolator diperlukan untuk mengisolasi bagian bertegangan dengan bagian netral/tanah serta sebagai pendukung mekanis. Dalam kenyataan sering terjadi kegagalan sistem sebagai akibat dari kegagalan isolator. Kegagalan isolator ini akan berdampak terhentinya penyaluran energi listrik. Salah satu faktor yang mempengaruhi proses kegagalan isolator adalah pengotoran pada permukaan isolator [1]. Adanya kontaminasi garam yang tinggi menyebabkan terbentuknya jalur konduktif pada permukaan isolator. Jalur konduktif ini menimbulkan medan listrik yang tinggi pada permukaan isolator yang dapat menyebabkan terjadinya *surface partial discharge* (pelepasan sebahagian pada permukaan) [2][3]. *Surface partial discharge* ini dapat menyebabkan degradasi permukaan isolator, rugi-rugi dielektrik, dan menurunkan kekuatan isolasi yang pada akhirnya menyebabkan kegagalan isolasi berupa lewat denyar (*flash over*) [4].

Surface partial discharge yang terjadi pada permukaan isolator terjadi akibat dari adanya konduktivitas larutan pengotoran pada permukaan [3]. Konduktivitas larutan pengotoran naik bersamaan dengan naiknya *ESDD* (*Equivalent Salt Deposit Density*) atau *Kepadatan Adhesi Garam* (mg/cm^2). Untuk isolator jenis pasangan-luar (*outdoor-insulators*) nilai *ESDD* dipengaruhi

oleh lingkungan dimana isolator tersebut dipasang. Senyawa garam (NaCl) dan bahan tak larut (debu) yang terdapat di udara terutama di daerah pantai, akan terbawa angin dan menempel pada permukaan isolator. Komponen konduktif dan komponen tak larut yang dibawa oleh angin akan membentuk lapisan pengotoran pada permukaan isolator. Apabila isolator yang telah dikotori berada pada udara lembab dan berkabut, maka lapisan pengotoran akan menyerap uap air sehingga membentuk larutan pengotoran dipermukaan isolator. Larutan pengotoran tersebut akan menghasilkan kenaikan volume larutan dan konduktivitas larutan [5].

Dalam suatu penelitian yang dilakukan oleh Firmansyah David mengenai analisa arus bocor pada isolator *suspension* tipe *ball & socket* dengan pengotoran buatan didapatkan suatu hasil bahwa semakin tinggi tingkat pengotoran suatu permukaan isolator maka makin tinggi pula nilai arus bocor yang terjadi. Disini dapat dilihat bahwa pengukuran arus bocor dapat dilakukan untuk mendiagnosa keadaan permukaan isolator [6]. Namun demikian, jika kita berbicara karakteristik waktu terhadap arus bocor pada isolator maka pemilihan arus bocor sebagai parameter untuk mendiagnosa kondisi isolasi sangatlah tidak cocok. Karena berdasarkan hasil studi yang dilakukan I.A.D Giriantari didapatkan bahwa arus bocor yang dihasilkan pada isolator pasangan-luar yang telah terkontaminasi hari per hari tidak menunjukkan perubahan yang berarti [2]. Untuk itu diperlukan suatu parameter yang cocok untuk mendiagnosa kondisi suatu isolasi.

Dilatar belakang uraian di atas maka perlu dilakukan analisis *surface partial discharge* pada isolator *suspension* tipe *ball & socket* guna mendapatkan informasi dan diagnosis keadaan isolasi permukaan isolator.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan dan menganalisis data *surface partial discharge* yang terjadi pada isolator *suspension* tipe *ball & socket* yang disebabkan oleh adanya larutan pengotoran pada permukaan isolator berupa besaran sudut fasa (ϕ), muatan (q), dan jumlah pulsa (n). Data ini bisa dijadikan sebagai *fingerprint* untuk diagnosa keadaan suatu isolasi.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian adalah:

1. Memudahkan pemahaman tentang mekanisme *surface partial discharge* pada bahan isolasi.
2. Dapat mengetahui karakteristik dan pola-pola *surface partial discharge* yang diakibatkan oleh larutan pengotoran pada permukaan isolator rantai.
3. Hasil ini dapat dijadikan analisa untuk diagnosa kondisi isolasi permukaan isolator.

1.4 Metodologi Penelitian

Dalam melakukan penelitian tugas akhir ini penulis melakukan :

1. Studi literatur dengan mempelajari konsep-konsep dan teori mengenai isolator keramik khususnya untuk isolator jenis pasangan-luar (*Outdoor-Insulator*) dan *surface partial discharge*.
2. Melakukan simulasi pengotoran dan pengukuran *surface partial discharge*.
 - 2.1. Persiapan rangkaian uji dan objek uji.
 - 2.2. Persiapan pengotoran.

Pengotoran terdiri dari garam (NaCl), kaolin dan air, berdasarkan standar IEC 507 [5]. Pengotoran debu disimulasikan dengan debu semen [1].

2.3. Metode pengujian.

Pengujian pertama yaitu isolator diuji dalam keadaan bersih dari pengotoran baik kondisi kering maupun basah. Pengujian kedua yaitu larutan pengotoran garam disemprotkan secara merata pada permukaan isolator dengan lama penyiraman yang berbeda-beda. Pengujian ketiga yaitu debu semen ditaburkan secara merata dipermukaan isolator baik kondisi kering maupun kondisi basah dan pengujian keempat adalah kombinasi pengkondisian kedua dan ketiga.

2.4. Mengukur dan merekam data *surface partial discharge*.

Pada masing-masing pengkondisian diterapkan tegangan uji (kV) yang besarnya sama. Pulsa *discharge* yang terjadi pada isolator dideteksi oleh RC detektor kemudian diteruskan sampai ke osiloskop untuk mendapatkan data digital. Data inilah yang direkam oleh komputer sebagai yang bertindak sebagai *controller* dalam pengambilan data *discharge* dari osiloskop.

2.5. Mengukur konduktivitas larutan pencucian isolator.

Air yang digunakan untuk mencuci isolator akibat pengotoran garam dan debu diukur konduktivitasnya. Konduktivitas larutan merupakan faktor yang menentukan kadar garam larutan pencucian.

2.6. Menghitung ESDD.

ESDD dihitung dari perkalian kadar garam larutan pencucian dengan volume larutan pencucian dibagi dengan luas permukaan isolator.

3. Melakukan analisa terhadap hasil yang didapat.

Data *discharge* yang didapat dari hasil pengukuran ditangkap oleh osiloskop dan direkam oleh komputer kemudian dioleh dengan perangkat lunak LabView dan Ms Excel untuk mendapatkan besaran berupa sudut phasa (ϕ), muatan (q), dan jumlah pulsa (n) serta besaran-besaran statistik. Data pengolahan yang didapat dianalisa lebih lanjut.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- Pengujian ini dilakukan pada kondisi suhu dan kelembaban udara relatif ruangan.
- Pengotoran buatan disesuaikan dengan standar IEC 507.
- Tegangan uji yang digunakan adalah tegangan bolak-balik (*AC*).
- Penerapan tegangan uji dilakukan kontinu.
- Pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan berupa besaran sudut phasa (ϕ), muatan (q), dan jumlah pulsa (n).

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB 1. Pendahuluan

Menjelaskan secara singkat tentang latar belakang, tujuan, manfaat, metodologi penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB IV

HASIL, ANALISA DAN DISKUSI

Pada bab ini akan dibahas hasil penelitian pengukuran *surface partial discharge* pada isolator gantung (*suspension*) tipe *ball* dan *socket*. Hasil penelitian yang didapatkan berupa besaran sudut phasa tegangan (ϕ) dan besaran muatan (q), selanjutnya diolah dengan Ms Excel untuk melihat beberapa karakteristik dari *surface discharge*. Pembahasan ini dibagi menjadi 5 bagian. Bagian pertama membahas karakteristik *surface partial discharge* pada kondisi bersih, bagian kedua membahas karakteristik *surface partial discharge* dengan pengotoran garam, bagian ketiga membahas karakteristik *surface partial discharge* dengan pengotoran semen, bagian keempat membahas karakteristik *surface partial discharge* dengan pengotoran campuran garam dan debu semen dan bagian kelima membahas perbandingan karakteristik *surface partial discharge* tiap-tiap kondisi.

4.1 Karakteristik *surface partial discharge* pada kondisi bersih

4.1.1 Karakteristik *surface partial discharge* pada kondisi bersih kering

Data *surface partial discharge* diambil dengan kondisi temperatur udara = 25 °C, dengan ESDD = $9.8 \cdot 10^{-3}$ mg cm⁻² dan kelembaban relatif (RH) = 76.9189.

4.1.1.1 Jumlah pulsa *surface partial discharge* sebagai fungsi waktu (bersih kering)

Jumlah pulsa *surface partial discharge* sebagai fungsi waktu dapat dilihat pada gambar (4.1). Dari gambar terlihat bahwa jumlah pulsa *surface partial discharge* yang terjadi berubah-ubah seiring dengan kenaikan waktu. Hal ini diakibatkan karena perubahan kondisi gas di permukaan isolator [14]. Terlihat

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

- A. Karakteristik *surface partial discharge* pada isolator porselen jenis suspension tipe *ball* dan *socket* sebagai fungsi waktu untuk isolator yang terkontaminasi menunjukkan terjadinya penurunan nilai parameter *surface partial discharge* baik dengan pengotoran garam yaitu jumlah pulsa (175 – 1) dan muatan total (26838,08 – 12,3 pC) maupun dengan pengotoran garam dan semen yaitu jumlah pulsa (133 – 2) dan muatan total (12334,08 – 115,456 pC).
- B. Penurunan nilai parameter ini disebabkan oleh perubahan kondisi permukaan isolator yang sebelumnya terkontaminasi oleh larutan pengotoran yang bersifat konduktif menjadi partikel-partikel padat sebagai akibat dari penguapan pada permukaan isolator.
- C. Penurunan nilai parameter ini menunjukkan bahwa isolator yang terkontaminasi oleh kontaminan (garam serta campuran garam dan semen) basah dapat memperburuk kekuatan isolasi sedangkan isolator yang terkontaminasi oleh kontaminan kering tidak memperburuk kekuatan isolasinya.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] 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.
- [2] I.A.D Giriantiri, T.R Blackburn. **Effect Of Salt Contamination To The Surface Discharge On Outdoor Insulators.**Fostu.ITB. Bandung,2001.
- [3] Kind, Dieter. **Pengantar Teknik Eksperimental Tegangan Tinggi.** Penerbit ITB Bandung, 1993.
- [4] Gorur, Ravi, et.al. **Outdoor Insulator.** Ravi Gorur Inc. Arizona.1999.
- [5] Djoko Sedyadi, Tumiran, Hamzah Berahim. **Efek Kontaminan Terhadap Rugi Daya Isolator Saluran Transmisi Tenaga Listrik.**FOSTU.ITB.Bandung, 2001.
- [6] David, Firmansyah. **Analisa Arus Bocor Pada Isolator Porselen Jenis Suspension Saluran Transmisi Tenaga Listrik Dengan Pengotoran Garam Dan Debu.** Tugas Akhir, Teknik Elektro Universitas Andalas.Padang, 2005.
- [7] Arismunandar, Kuwara. **Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik Jilid II Saluran Transmisi.** PT Abadi.Pradya Paramitha.Jakarta, 1993.
- [8] Ambri, Handy. **Pemodelan Pola Partial Discharge Pada Bahan Isolasi Menggunakan Power Sistem Blokset.** Tugas Akhir, Teknik Elektro Universitas Andalas, Padang, 2002.
- [9] Kreuger, F. Dr. **Partial Discharge Detection in High-Voltage Equipment.** Temple Press, London. American Elsevier, New York, 1964.
- [10] Bird Tony. **Kimia Fisik Untuk Universitas.** Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.1993.
- [11] Witriandana. **Analisa Karakteristik Peluahan Sebagian (Partial Discharge) Pada Bahan Isolasi Polymer.** Tugas Akhir, Teknik Elektro Universitas Andalas, Padang, 2003.
- [12] User Manual. **Tektronix TDS 200-series Digital Real-Time Oscilloscope 071-0398-00.** Textronix Inc. USA.