

**STUDI PENGARUH KONTAMINASI POLUSI UDARA PADA  
ISOLATOR TEGANGAN MENENGAH 20 KV PADA PT PLN  
(Persero) UNIT PELAKSANA PELAYANAN  
PELANGGAN (UP3) MEDAN**

Oleh :  
Jumari <sup>1)</sup>,  
Joslen Sinaga <sup>2)</sup>,  
dan Sudirman Zega <sup>3)</sup>  
Universitas Darma Agung, Medan <sup>1,2,3)</sup>

E-mail:

[62jumarieska@gmail.com](mailto:62jumarieska@gmail.com) <sup>1)</sup>

[Josinaga1977@gmail.com](mailto:Josinaga1977@gmail.com) <sup>2)</sup>

[sudirmanzega@gmail.com](mailto:sudirmanzega@gmail.com) <sup>3)</sup>

**ABSTRACT**

*The insulator basically has a resistance to the conductivity of its type resistors. Insulation that is installed outside will decrease its resistance due to the influence of air pollution such as dust, smoke and sea salt and wet dry which attaches to the surface of the insulator and forms a layer of contaminants which results in the emergence of dry tape on the surface of the Isolator. So that when there is a high voltage pressure it will cause a leakage current and arcs on the surface of the Isolator. To determine the level of Isolator Isolation for each area is different, depending on the level of air pollution around the Isolator. It can be said that the higher the level of pollution around the insulator, the higher the insulator's contamination layer. The failure of the contamination fire starts from the mechanism of collecting contaminants continues to the wetting process which makes the contaminant layer conductive and then there are partial sparks which eventually develop a fire jump across the entire surface of the Isolator. As in the research conducted by PT PLN (Persero) Medan Customer Service Implementation Unit (UP3) in a laboratory to measure the amount of leakage current on the insulator surface with a total number of pollutants of 396.8 mgr (type of pollutants in Chapter 3) then the leakage current obtained in the test amounted to <8.6112 m A and> 14.40288 m A. This shows that the greater the Pollutants attached to the surface of the Isolator, the greater the leakage current, conversely the less the amount of pollutants on the surface of the Isolator, the smaller the leakage current level.*

**Keywords:** *Contamination, pollutants, leakage currents*

**ABSTRAK**

Isolator pada dasarnya memiliki batas ketahanan konduktivitas tahanan jenisnya, untuk kerja Isolator yang dipasang diluar akan menurun ketahanannya karena pengaruh polusi Udara seperti debu, asap dan garam laut serta basah kering yang menempel pada permukaan isolator dan membentuk lapisan Kontaminan sehingga mengakibatkan timbulnya pita kering pada permukaan Isolator sehingga ketika terjadi tekanan tegangan tinggi maka akan mengakibatkan arus bocor dan busur api pada permukaan Isolator. Untuk menentukan tingkat Isolasi Isolator setiap daerah berbeda-beda tergantung pada tingkat polusi udara disekitar Isolator tersebut. Semakin tinggi tingkat polusi disekitaran isolator semakin tinggi juga lapisan kontaminasi isolator tersebut. Kegagalan loncatan api kontaminasi dimulai dari mekanisme pengumpulan bahan-bahan kontaminan, berlanjut ke proses pembasahan yang membuat lapisan kontaminan bersifat konduktif dan kemudian timbul percikan- percikan

persial yang pada akhirnya berkembang loncatan api melintasi seluruh permukaan Isolator. Seperti halnya pada penelitian yang dilakukan oleh PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Medan pada sebuah laboratorium untuk mengukur besar arus bocor pada permukaan isolator dengan total jumlah polutan sebesar 396,8 mgr (jenis polutan pada Bab 3) maka arus bocor yang di peroleh pada pengujian tersebut sebesar  $< 8,6112$  m A dan  $> 14,40288$  m A. Ini menunjukkan bahwa semakin besar Polutan yang menempel pada permukaan Isolator, maka semakin besar pula Arus bocor nya, sebaliknya semakin sedikit jumlah polutan pada permukaan Isolator, semakin kecil pula tingkat arus bocornya.

**Kata kunci : Kontaminasi, polutan, arus bocor**

## 1. PENDAHULUAN

Tenaga listrik merupakan sarana produksi maupun sarana kehidupan sehari-hari dan memegang peranan penting dalam upaya mencapai sasaran pembangunan menuju masyarakat modern. Oleh karena itu suatu sistem pada ketenaga listrik yang handal, merupakan suatu jaringan listrik yang terpadu meliputi pusat pembangkit tenaga listrik, jaringan transmisi dan distribusi. Mengingat Perusahaan tenaga listrik PLN yang berdaya besar cenderung kebanyakan dibangun di daerah perkotaan dan daerah dekat areal Pabrik dengan tujuan untuk mempermudah penyaluran tenaga listrik ke konsumen-konsumen. Masalah utama dalam pendistribusian energi listrik sering terjadinya kegagalan dalam saluran distribusi maupun transmisi adalah, adanya rugi-rugi daya yang hilang akibat dari arus bocor yang melalui isolator sebagai isolasi utama antara bagian yang bertegangan dengan tanah melalui tiang penyangga, sehingga dapat dikatakan tidak dapat terpenuhinya

pelayanan kontinuitas dalam pendistribusian energi listrik ke konsumen. Salah satu dari kegagalan yang terjadi dikarenakan pengotoran pada permukaan isolatornya ataupun terjadinya keretakan mekanis pada isolatornya. Isolator selalu berhubungan dengan udara luar, maka banyak faktor yang dapat mengakibatkan isolator ini tidak berfungsi dengan baik, diantaranya pengaruh dari polusi udara yang mengandung garam atau zat-zat lainnya yang mengakibatkan terjadi penumpukan partikel-partikel pengotor yang mengandung garam, debu, asap pabrik dan pembakaran rumah tangga disertai cuaca panas dan dingin pada permukaan isolator dari hembusan udara sehingga melekat pada permukaan isolator yang lama kelamaan mengakibatkan tahanan sebuah isolator itu semakin menurun sehingga terjadinya ketidak stabilan pada ketahanan isolator itu sendiri.

Penelitian ini membahas tentang :  
Studi Pengaruh Kontaminasi Polusi Udara Pada Isolator Tegangan Menengah 20 KV

Pada PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Medan.

Penelitian bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui pengaruh udara terhadap isolator.
2. Untuk mengetahui efek atau kaibat dari udara terhadap kontinuitas ketahanan isolator.
3. Untuk mengetahui kegagalan-kegagalan terhadap isolator.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Isolator Jaringan tenaga listrik merupakan alat tempat menompang kawat penghantar jaringan pada tiang-tiang listrik yang digunakan untuk memisahkan secara elektris dua buah kawat atau lebih agar tidak terjadi kebocoran arus (*leakage current*) atau loncatan bunga api (*flash over*) sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan pada sistem jaringan tenaga listrik.

Langkah yang perlu diambil untuk menghindarkan terjadinya kerusakan terhadap peralatan listrik akibat tegangan lebih dan loncatan bunga api, ialah dengan menentukan pemakaian isolator berdasarkan kekuatan daya isolasi dan kekuatan mekanis bahan-bahan isolator yang dipakai. Karena sifat suatu isolator ditentukan oleh bahan yang digunakan. Kemampuan suatu bahan untuk mengisolir atau menahan tegangan yang mengenainya

tanpa menjadikan cacat atau rusak tergantung pada kekuatan dielektriknya.

Fungsi utama isolator adalah:

1. Untuk penyekat/ mengisolasi penghantar dengan tanah dan antara penghantar dengan penghantar.
2. Untuk memikul beban mekanis yang disebabkan oleh berat penghantar atau gaya tarik penghantar.
3. Untuk menjaga agar jarak antar penghantar tetap (tidak berubah).

Kriteria bahan yang baik digunakan

sebagai isolator jaringan Distribusi adalah:

1. Bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik.
2. Bahan isolasi yang ekonomis, tanpa mengurangi kemampuannya sebagai isolator. Sebab semakin berat dan besar ukuran isolator tersebut akan mempengaruhi beban penyangga pada sebuah tiang listrik.
3. Bahan yang terbuat dari bahan padat, dan memiliki kekuatan mekanis tinggi seperti : porselin, gelas, mika, ebonit, keramik, parafin, kuartz, dan veldspaat.
4. Mempunyai tahanan jenis yang tinggi.
5. Memiliki kekuatan mekanis yang tinggi.

6. Memiliki sifat-sifat tidak berubah oleh perubahan suhu, siraman air, kelembaban, sinar matahari, polaritas listrik.
7. Bila mengalami loncatan listrik tidak akan meninggalkan jejak atau cacat.

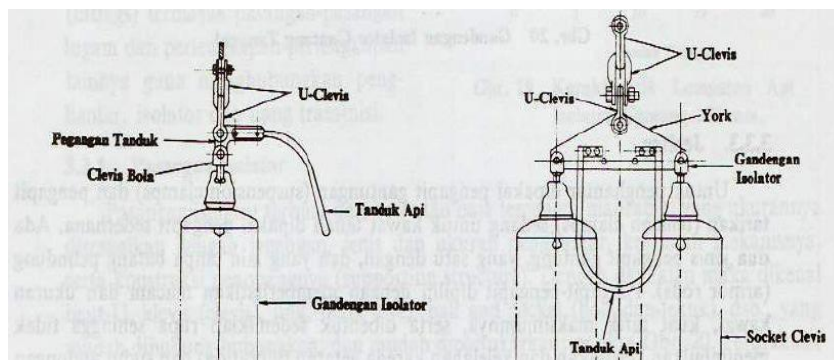
### Jenis Isolator Jaringan Distribusi

Isolator yang digunakan untuk saluran distribusi tenaga listrik berdasarkan fungsi dan konstruksinya dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis sebagai berikut : 1). Isolator jenis

Pasak ( *Pin Type Insulator* ), 2). Isolator Jenis Pos ( *Post type Insulator* ), 3). Isolator Jenis Gantung ( *suspension type insulator* ), 4). Isolator Jenis Cincin ( *spool type insulator* )

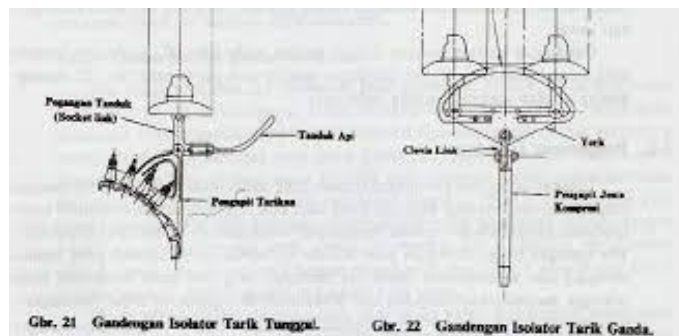
### Pasangan Isolator

Pasangan isolator terbuat dari besi baja yang ukurannya disesuaikan dengan tegangan, jenis dan ukuran penghantar, kekuatan mekanis, serta konstruksi penopangnya. Dengan demikian dikenal baut-U, klevis, link, mata, ball and socket dan sebagainya. Permukaan logam ini biasanya digalvanisasi.



Gambar 1 . Gandengan Isolator

#### 1. Busur tanduk/ tanduk api dan cincin Perisai



Gambar 2. busur tanduk/ tanduk api

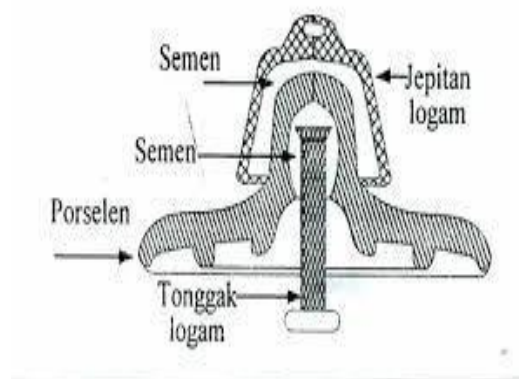
Bila terjadi lompatan api (*flashover*) pada gandengan isolator, maka

isolatornya akan rusak karena busur apinya. Untuk menghindari kerusakan ini, maka pada gandingan isolator batang panjang dipasang busur tanduk (*arching-horns*). Busur tanduk ditempatkan pada bagian atas dan bawah dari gandingan isolator, serta dibentuk sedemikian rupa sehingga busur api tidak akan mengenai isolator waktu lompatan api terjadi. Jarak antara tanduk atas dan bawah biasanya 75-85% dari panjang gandingan. Tegangan lompatan api untuk gandingan isolator dengan busur tanduk ditentukan oleh jarak tanduk ini. Busur tanduk biasanya dipakai untuk saluran transmisi dengan tegangan diatas 110 Kv, atau diatas 66 Kv di daerah-daerah dengan tingkat isekronik yang tinggi. cincin perisai dipasang pada ujung

kawat dari isolator untuk mencegah terjadinya korona pada ujung tersebut. Efek pencegahan korona juga dimiliki oleh busur tanduk ini.

## 2. Jepitan

Untuk penghantar dipakai pengapit gantungan (*suspension clamps*) dan pengapit tarikan (*tension clamps*) sedang untuk kawat tanah dipakai pengapit sederhana. Ada dua jenis pengapit gantung, yang satu dengan batang pelindungan yang lain tanpa batang pelindung (*armor rods*). Pengapit dipilih dengan memperhatikan macam dan ukuran kawat, kuat tarik maksimumnya, serta dibentuk sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan kerusakan dan kelelahan karena getaran (*vibration*) dan sudut andongan dari kawat.



Gambar 3. Jepitan

## Faktor Yang Mempengaruhi Kontaminasi Pada Isolator

Penurunan hambatan permukaan isolator diakibatkan oleh pengumpulan embun yang menempel pada permukaan isolator tersebut. Hal ini disebabkan oleh lapisan kontaminan menyerap air yang terkandung diudara dengan kelembaban relatif diatas 80% pembasahan permukaan isolator dapat diakibatkan oleh kondisi-kondisi sebagai berikut :

1. Peroses pengembunan (kondensasi) :Pengembunan akan terjadi dipermukaan isolator bila suhu permukaan lebih rendah dari suhu titik embun. Pada cuaca malam yang cerah permukaan isolator terutama bagian atas kehilangan panas (melalui radiasi keudara) lebih cepat dari pada panas diperolehnya dari arus-arus udara. Jika suhu turun dibawah titik embun, uap air lembab terbentuk dipermukaan isolator. Pembasahan lapisan kontaminan karena proses pengembunan ini paling berpengaruh terhadap timbulnya loncatan apiisolator.
2. Tumbukan butir – butir air dengan permukaan isolator :Keadaan tersebut tercapai bila kelembaban relatif udara adalah 100% dan kabut membentuk butiran kecil yang akan membasahi isolator saat menumbuk permukaannya. Arah

dan kecepatan gerak butiran ini dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi dan gerakan angin. Disamping itu laju pembasahan tergantung pula pada kepadatan butiran air yang memenuhi udara. Proses butiran tumbukan air dengan permukaan isolator dapat membasahi permukaan bahwa isolator lebih efektif dari pada pembasahan dengan proses pengembunan.

3. Penyerapan uap air oleh timbunan kontaminan :Lapisan kontaminan yang bersifat higrokois menyerap molekul air dari udara, akan tetapi tidak terjadi reaksi kimia antar air dengan lapisan kontaminan tersebut. Tekanan udara didekat lapisan kontaminan lebih rendah diabagian lain. Keadaan ini akan mempercepat proses penyerapan air dengan pembasahan melebar keseluruhan permukaan isolator hingga dicapai keadaan jenuh.
4. Peristiwa Difusi Kimia :Air pada permukaan isolator melarutkan kotoran yang melekat padanya dan menyebabkan konsentrasi larutan pada permukaan isolator berbeda dengan konsentrasi bahan larutan diudara sekitarnya. Perbedaan konsentrasi ini menyebabkan

peristiwa difusi, dengan tertariknya air pada permukaan isolator. Air yang terserap membuat larutan menjadi encer. Hal ini mengurangi perbedaan konsentrasi, selanjutnya akan mengurangi laju pengumpulan air. Pembasahan cara difusi ini dapat diabaikan bila dibandingkan dengan pembasahan dengan cara pengembunan.

Pembentukan kontaminasi pada Isolator :

Kontaminasi yang bersifat konduktif maupun kontaminasi yang bersifat lembab sebagian besar dibawa oleh angin ke permukaan isolator. Arah dan kecepatan angin sangat mempengaruhi pola pembentukan endapan isolator yang bentuknya tidak beraturan. Medan listrik mempengaruhi pengumpulan partikel yang dibawa angin terutama pada bagian isolator yang mengalami stress tegangan yang tinggi. Larutan asam lemah pada permukaan isolator di daerah industri dapat mengikis permukaan isolator sehingga menjadi tidak rata. Keadaan ini menyulitkan dalam pencucian isolator yang kemudian akan menimbulkan pengumpulan kontaminan yang lebih banyak.

### **Mekanisme Pengumpulan Partikel Pembentuk Lapisan Kontaminasi**

Proses pengumpulan bahan Kontaminan pada permukaan isolator dipengaruhi oleh banyak faktor, tetapi sebagian besar dari komponen konduktif dan komponen inert dibawa oleh gerakan angin. Arah angin yang membentuk pola kontaminasi dapat diperkirakan dengan mudah dengan mengamatisasi bawah permukaan isolator. Timbunan kontaminan lebih banyak terkumpul pada permukaan yang tidak teratir karena terjadinya turbulensi udara.

Medan elektrostatis mempunyai pengaruh yang kuat dalam proses pengumpulan partikel-partikel polusi di daerah tekanan tegangan tinggi seperti disekitar pasak isolasi gantung. Medan elektrostatis akan mempertahankan partikel-partikel tersebut dengan cara polarisasi dielektris, saat partikel-partikel menyentuh permukaan isolator. Panas yang terjadi akibat arus bocor di daerah dengan tekanan tinggi dapat menghalangi pencucian alami, dan dengan demikian akan menambah timbunan kontaminan.

Kehadiran larutan asam lemah pada isolator yang terpasang di daerah industri, seperti di dekat kilang minyak dapat mengikis permukaan isolator. Hal ini menyebabkan berkurangnya efek pencucian alami oleh embun atau air

hujan, dan timbunan kontaminasi akan menjadi lebih banyak terjadi.

Partikel-partikel polusi bergerak sampai ke isolator karena adanya pengaruh gaya-gaya yang bekerja padanya. Bila dianggap sebuah partikel nonmagnetis melayang-layang di udara, maka gaya-gaya utama yang bekerja padanya adalah :

Gaya gravitasi, F1 (N = gaya Normal)

$$F1 = m \cdot g \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana : m = Massa Partikel ( kg)  
 : g = Percepatan Gravitasi ( m/det<sup>2</sup>)

Gaya karena terpaan angin, F2 (N):

$$F2 = 3 \cdot \pi \cdot \eta \cdot d \cdot v \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana :  $\eta$  = Gesekan antara udara (kg.det/m)  
 : d = Diameter Partikel (m)  
 : v = Kecepatan Angin (m/det)

Gaya-gaya Listrik (F3 dan F4) :

$$F3 = E \cdot q \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana : F3 = Gaya elektrostatis (N)  
 : E = Medan Listrik (N/Coulomb)  
 : q = Muatan (Coulomb)

$$F4 = q^3 \cdot k^{-1} \cdot \text{grad} \cdot VE \dots \dots \dots (2.4)$$

$$16 k+2$$

dimana : F4 = Gaya yang dipengaruhi oleh divergensi medan (N = gaya Normal)

K = Permittivitas relatif (farad/m)

q = Muatan (coulomb)

Gaya resultante yang bekerja pada sebutir partikel udara (p) sama dengan penjumlahan vektor dari gaya-gaya diatas, yaitu:

$$P = F1 + F2 + F3 + F4$$

$$P = (m \cdot g) + (3 \cdot \pi \cdot \eta \cdot d \cdot v) + (E \cdot q) + (16 k+2)$$

### Kegagalan Isolasi

Isolasi<sup>(2.1)</sup> berfungsi untuk memisahkan bagian – bagian yang mempunyai beda tegangan agar diantara bagian – bagian tersebut tidak terjadi lompatan listrik (*flash over*) atau percikan listrik (*spark over*)<sup>(2.2)</sup>. Kegagalan isolasi pada peralatan pada tegangan tinggi maupun tegangan menengah yang terjadi pada saat sedang beroperasi bisa menyebabkan kerusakan alat sehingga kontinuitas sistem menjadi terganggu. Dari beberapa kasus yang terjadi menunjukkan bahwa kegagalan isolasi ini berkaitan dengan adanya peluahan sebagian (*partial discharge*)<sup>(2.3)</sup>.

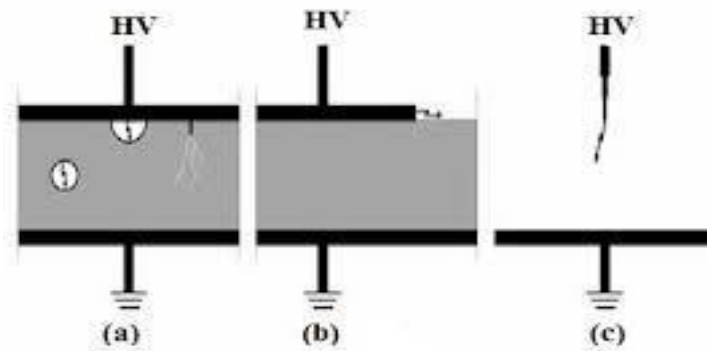
### Peluahan Sebagian

Peluahan sebagian merupakan peristiwa peluahan listrik lokal yang menghubungkan isolasi diantara dua konduktor. Peluahan tersebut dapat terjadi baik dipermukaan maupun ditengah bahan



isolasi. Peristiwa ini ditandai dengan pelepasan atau loncatan muatan listrik pada sebagian kecil isolasi sistem listrik dan tidak menjembatani ruang antara dua konduktor secara sempurna. Peluahan sebagian dapat terjadi pada bahan isolasi

padat, bahan isolasi cair maupun bahan isolasi gas. Berdasarkan lokasi terjadinya, peluahan sebagian dapat dikategorikan sebagai peluahan didalam bahan isolasi, peluahan permukaan, dan korona



Gambar 4. Jenis-jenis sumber peluahan sebagian

Peluahan rongga (a), peluahan permukaan (b) dan peluahan korona (c)

a. Peluahan Rongga

Peluahan rongga (*void discharge*) adalah peluahan yang terjadi karena adanya gelombang udara yang terdapat pada sebuah bahan dielektrik. Pada umumnya kekuatan isolasi gas (gelembung udara) yang ada jauh lebih kecil dari isolasi padat. Saat suatu bahan dielektrik padat mengalami tekanan listrik, gas tersebut akan memikul tekanan medan listrik yang lebih besar dibanding isolasi padat.

b. Peluahan permukaan

Peluahan permukaan (*surface discharge*) merupakan peluahan

yang terjadi pada suatu daerah yang berhubungan langsung (paralel) dengan permukaan dielektrik dimana daerah tersebut mengalami tekanan medan listrik yang sangat tinggi (berlebihan), sehingga memicu terjadinya peluahan. Peluahan ini akan sangat mungkin terjadi jika kekuatan permukaan bahan dielektrik lebih kecil dari pada kekuatan isolasi yang kontak langsung dengan bahan dielektrik tersebut.

c. Peluahan korona

Peluahan korona (*korona discharge*) merupakan peluahan yang terjadi akibat adanya peristiwa percepatan ionisasi

dibawah tekanan medan listrik. Peristiwa ionisasi ini terjadi akibat perubahan struktur molekul netral atau atom netral yang disebabkan oleh adanya benturan antara atom netral dengan elektron bebas yang ada diudara.

Ketika peluahan sebagian terjadi, akan menghasilkan beberapa gejala timbulnya energi yang dilepaskan, beberapa bentuk dari energi tersebut, antara lain:

- Elektro magnet yaitu Radio, cahaya dan panas
- Akustik yaitu Audio, video dan Ultrasonik
- Gas yaitu ozon dan oksidantral

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di **PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Medan** untuk pengambilan data, pemantauan lapangan secara langsung dan interview.

Tabel 1. Pengujian Isolator Terkontaminasi dan Analisis Kandungan Polutan Buatan

| Simbol unsur bahan polutan | Komposisi setiap unsur bahanpolutan | data pengukuran polutan (ppm) | Berat molekul polutan perunsur (mgr) | Jumlah berat molekul polutan(mgr) |
|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| K <sup>+</sup>             | KCl                                 | 0,8863                        | 1,64                                 | 396,68                            |
| Na <sup>+</sup>            | NaCl                                | 93,421                        | 230,70                               |                                   |
| Ca <sup>+++</sup>          | CaCl <sub>2</sub>                   | 8,719                         | 25,38                                |                                   |
| Mg <sup>++</sup>           | MgCl <sub>2</sub> 6H <sub>2</sub> 0 | 16,867                        | 136,66                               |                                   |
| F <sup>+++</sup>           | FeCl <sub>3</sub> 6H <sub>2</sub> 0 | 0,4546                        | 2,30                                 |                                   |

Hasil perhitungan arus bocor pada pengujian tegangan 20 KV berdasarkan pengukuran yang dilakukan pada

laboratorium, masih harus dikoreksi untuk diubah dalam keadaan standar. Seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil perhitungan arus bocor pada pengujian tegangan 20 kv

| Tipe isolator uji      | Pengukuran ESDD mg/cm <sup>2</sup> | Tegangan terukur osciloscop (mv) | Arus bocor terhitung (m A) | Arus bocor sebenarnya (m A) |
|------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Tipe Z (pin-post) 20kv | 0,00498                            | 29,90                            | 0.2392                     | 8,6112                      |
|                        | 0,02078                            | 37,15                            | 0.2972                     | 10,6992                     |
|                        | 0,02297                            | 36,45                            | 0.2916                     | 10,4976                     |
|                        | 0,03588                            | 48,07                            | 0.38456                    | 13,84416                    |
|                        | 0,03762                            | 49,48                            | 0.39584                    | 14,25024                    |
|                        | 0,05601                            | 52,06                            | 0.41648                    | 14,99328                    |
|                        | 0,04734                            | 50,01                            | 0.40008                    | 14,40288                    |

Tabel 3. Tingkat bobot Polusi metode ESDD

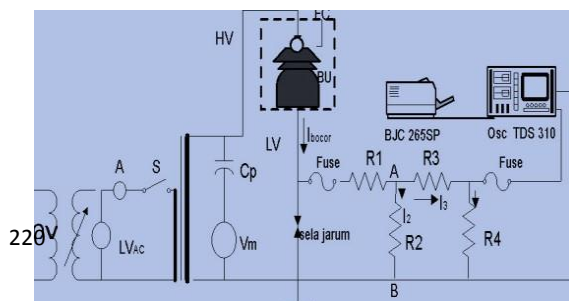
| Tingkat polusi | ESDD maksimum (mg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|-------------------------------------|
| Ringan         | 0.06                                |
| Sedang         | 0.20                                |
| Berat          | 0.60                                |
| Sangat berat   | > 0.60                              |

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tindakan paling praktis untuk menentukan desain isolator yang sesuai dengan kondisi lingkungan terkontaminasi adalah pembuatan peta terkontaminasi yang memeberikan gambaran tingkat kontamianasi dengan metode ESDD pada daerah tertentu, kesukaran pekerjaan membersihkan isolator dan penggunaan isolator tanah air.

##### PerhitunganData

Sesuai dengan data yang telah didapatkan, bisa dilakukan perhitungan untuk pembuktian data pengujian yang telah dilakukan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1 adalah sebuah rangkaian isolator untuk mengetahui arus bocor pada Isolator tersebut.



Gambar 5. Rangkaian Pengujian Isolator

Keterangan :

- S : secondary switch
- VR : VoltageRegulator
- Osc : Osiloscope
- Bu : Isolator
- Fc : fog cumber sebagai ruang pengkabutan

- R<sub>1</sub>-R<sub>4</sub> : Tahanan pengukur tegangan cuplikan osiloskop
- Sj : sela jarum jam untuk proteksi tegangan lebih
- Vm : alat ukur tegangan lebih
- Cp : kapasitor ukur tegangan lebih
- Tr : Transformator penaik tegangan

Tahanan R1 pada rangkaian diatas merupakan rangkaian paralel antara R1,R2 dan R3, rangkaian paralel merupakan rangkaian yang bisa menambahkan arus, sehingga ketika dilakukan perhitungan maka tanpa R1 arus yang dihasilkan dari perhitungan sesuai dengan yang arus diharapkan, namun ketika sewaktu-waktusuatu arus tidak sesuai yang diharapkan maka R1 akan difungsikan.

Sehingga dari data yang sudah ada, telah diketahui ( $V_b = 29,90mV$ ,  $37,15mV$ ,  $36,45mV$ ,  $48,07mV$ ,  $49,48mV$ ,  $52,06mV$ ,  $50,01mV$ ) dan ( $R_2 = 35 (\Omega)$ ,  $R_3 = 1100 (\Omega)$ , dan  $R_4 = 125 (\Omega)$ ). Arus bocor pada isolator berdasarkan hasil perhitungan, ditunjukkan pada tabel, 4.1

Tabel 4. Tabel hasil perhitungan Arus Bocor

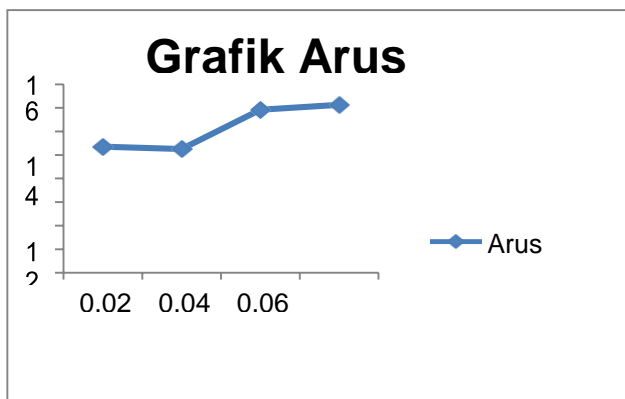
| Vosc( mv) | Tahanan Penguji |        |        | Arus Bocor (m A ) |
|-----------|-----------------|--------|--------|-------------------|
|           | R2 (Ω)          | R3 (Ω) | R4 (Ω) |                   |
| 29,90     | 35              | 1100   | 125    | 8,6112            |
| 37,15     | 35              | 1100   | 125    | 10,6992           |
| 36,45     | 35              | 1100   | 125    | 10,4976           |
| 48,07     | 35              | 1100   | 125    | 13,84416          |
| 49,48     | 35              | 1100   | 125    | 14,25024          |
| 52,06     | 35              | 1100   | 125    | 14,99328          |
| 50,01     | 35              | 1100   | 125    | 14,40288          |

### Analisa Data

Pengaruh Polutan pada permukaan isolator, akan mempengaruhi nilai resistansi permukaan. Semakin banyak polutan yang diberikan, maka nilai resistansi permukaan isolator menjadi rendah karena pengaruh konsentrasi atau konduktivitas polutan yang melekat pada permukaan semakin tinggi. Karena sifat konduktivitasnya yang tinggi dalam keadaan lembab, permukaan isolator bersifat lebih konduktif. Sehingga dengan diberikan tegangan pada isolator akan mengalir arus bocor pada permukaan. Jika berlangsung lebih luas dan cukup lama akan timbul busur api, akibatnya terjadi tegangan lewat denyar pada permukaan isolator.

Dengan demikian, akibat dari pada polutan buatan yang dibuat dengan tingkat ESDD (*Equivalent Salt Density Deposi*) tertentu yang disemprotkan pada permukaan isolator yang diuji, akan terjadi pengaruh yang cukup signifikan antara besarnya nilai arus bocor semakin besar.

Sebagaimana pada gambar grafik di atas, menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat ESDD dan polutan yang terjadi akan semakin naik juga arus bocor yang terjadi pada permukaan Isolator.



Gambar 6. Grafik tingkat Arus Bocor

### 5. SIMPULAN

Dari pembahasan mengenai “ Studi Pengaruh Kontaminasi Polusi Udara Terhadap Isolator Tegangan Menengah 20 Kv “ dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Tahanan permukaan isolator akan berkurang dengan adanya polutan pada permukaan isolator sehingga

menyebabkan penurunan persentase distribusi tegangan.

2. Semakin tinggi tingkat polutan pada permukaan Isolator maka akan menyebabkan pita kering, sehingga ketika terjadi tekanan tinggi maka arus bocor akan terjadi pada permukaan Isolator

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar A, Kuwahara S, "Teknik Tenaga Listrik" Jilid II Pradnya Paramita, Jakarta.

R.S. JHA, *Hight Voltage Enginering*. Dhanpat Rai and Sons, 1682, Nai Sarak, Delhi -

110006,1981.

Rudy Setiabudy, "Material Teknik Listrik"

Sirait K.T., Triyono, 1982-1 "Usulan Mengenai Pemetaan Polusi Pada Isolator Listrik Di Indonesia", Majalah Energi dan Listrik, hal47-61

Muhaimin., Bahan-bahan Listrik Untuk Politeknik,1993.