

**Tugas Akhir**  
**Pengujian Kinerja Isolator Keramik 60 KV Pada**  
**Berbagai Jenis Polutan**



**PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh Gelar Diploma Tiga  
pada Politeknik Negeri Ujung Pandang

**Disusun Oleh :**

**SA HARUDDIN**

**342 07 038**

**DARWIN ANWAR**

**342 07 044**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI**

**JURUSAN MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

**2010**

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**Pengujian Kinerja Isolator Keramik 60 KV Pada Berbagai Jenis Polutan**” oleh **Saharuddin/Darwin Anwar**, nomor induk mahasiswa **342 07 038/342 07 044** telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma III pada program studi Teknik Konversi Energi jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, November 2010

Mengesahkan,


Pembimbing I



**Ir. Herman Nauwir, M.T**

NIP. 19590606 198903 1 001

Pembimbing II



**Sonong, S.T., M.T**

NIP. 132 009 972

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Politeknik Negeri Ujung Pandang



**Muh. Tekad, S.T., M.T**

NIP. 196508241990031003

## PENERIMAAN PANITIA UJIAN

Pada hari ini, Kamis 11 November 2010, Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir telah menerima dengan baik hasil Tugas Akhir oleh mahasiswa :







1. Saharuddin (342 07 038)
2. Darwin Anwar (342 07 044)

Dengan judul Tugas Akhir : **“Pengujian Kinerja Isolator Keramik 60 KV Pada Berbagai Jenis Polutan”**.

Makassar, November 2010

Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir :

- |                                  |               |
|----------------------------------|---------------|
| 1. Ir.Andreas Pangkung.M.T       | Ketua         |
| 2. Ir.Remigius Tandioga.M.eng.sc | Sekretaris    |
| 3. Ir. Lewi M.T                  | Anggota I     |
| 4. Ir. Chandra Buana.M.T         | Anggota II    |
| 5. Ir. Herman Nauwir M.T         | Pembimbing I  |
| 6. Sonong.S.T.M.T                | Pembimbing II |

1).   
2).   
3).   
4).   
5).   
6). 

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan petunjuk, rahmat serta hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir penelitian kami yang berjudul “Pengujian Kenerja Isolator Keramik 60 KV Pada Berbagai Jenis Polutan”.

Kami melaksanakan serta melesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat dalam proses penyelesaian studi Program Diploma Tiga (D3) pada Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Dalam kesempatan ini, kami ingin mengucapkan Banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan kekuatan serta petunjuk kepada kami dalam penyelesaian Tugas Akhir kami ini.
2. Kepada Orang Tua kami Tercinta, saudara-saudara serta seluruh keluarga kami telah memberikan banyak dukungan dan bantuan baik moril, material, serta do'a yang tulus hati sehingga penulis berhasil menyelesaikan studi di Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak DR. Pirman A.P., M.Si., selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Ir. Muhammad Anshar., M.Si, selaku Pembantu Direktur I Politeknik Negeri Ujung Pandang.

5. Bapak Muh. Tekad. S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
6. Bapak Jamal., S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
7. Bapak Ir. Herman Nauwir, M.T., selaku Pembimbing I yang senang tiasa rela meluangkan waktu dan pikiran dalam memberikan bimbingan serta dorongan moral dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
8. Bapak Sonong, M.T, selaku Pembimbing II yang senang tiasa rela meluangkan waktu dan pikiran dalam memberikan bimbingan serta dorongan moral dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
9. Seluruh Dosen, Staf, dan Teknisi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
10. Seluruh kawan-kawan Energi 3B 3A – 07, Kanda-kanda HMM, HmI, DEMA dan Teman-teman Kerukunan Mahasiswa Pinrang atas semua dukungannya kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
11. Serta seluruh pihak yang tidak sempat penulis sebutkan namanya satu persatu yang secara langsung maupun tak langsung berjasa dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat kekurangan yang jauh dari kesempurnaan. oleh karena itu dengan segala kerendahan hati kami mengharapkan saran, kritik, serta perbaikan yang bersifat membangun untuk memberikan sentuhan penyempurnaan pada Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat serta nilai tambah bagi kita semua, amin.

Makassar, 14 November 2010

Penulis



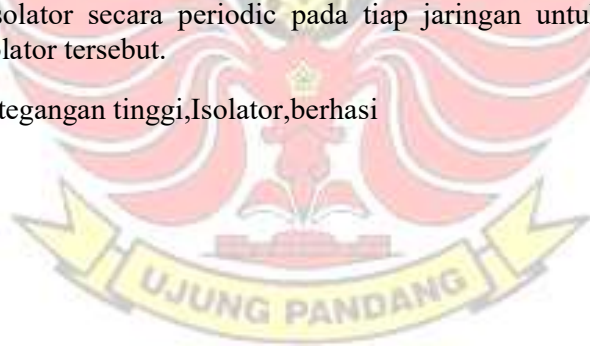
## ABSTRAK

Saharuddin, Darwin Anwar dan Herman Nauwir selaku pembimbing I dan Sonong selaku pembimbing II.

### **Pengujian Kinerja Isolator Keramik 60 KV Pada Berbagai Jenis Polutan.**

Isolator merupakan komponen yang memegang peranan penting sebagai peralatan pemisah bagian-bagian yang bertegangan serta penahan dan penopang kawat saluran. Isolator keramik telah lama digunakan dalam sistem ketenagalistrikan. Disamping mempunyai keunggulan isolator keramik ternyata juga mempunyai kelemahan diantaranya sifatnya permukaan isolator yang mampu menarik air sehingga menjadikan permukaannya menjadi basah dan sering terjadinya tegangan lewat denyar pada kondisi operasi. Penelitian terhadap isolator ini difokuskan pada pengaruh besarnya polutan tak larut terhadap konduktifitas permukaan tegangan lewat denyar dari isolator terpolusi. Pada pengujian isolator line post dengan berbagai kondisi diperoleh arus bocor minimum terkecil sebesar 2.4 mA pada kondisi terpolusi basah. Sedangkan arus bocor minimum terbesar didapatkan 7 mA. Besarnya arus bocor sebanding dengan besar tegangan yang diberikan dan semakin besar konduktifitas polutan pada permukaan isolator semakin besar pula arus bocor atau tegangan lewat denyar yang ditimbulkan. Oleh karena itu, sebaiknya dilakukan pembersihan atau penggantian isolator secara periodik pada tiap jaringan untuk memaksimalkan kinerja dari isolator tersebut.

*Key word* : lab tegangan tinggi, Isolator, berhasi



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	.....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	.....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENERIMAAN</b>	.....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	.....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b>	.....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	.....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	.....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR DAN LAMPIRAN FOTO</b>	.....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GRAFIK</b>	.....	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>		
1.1. Latar Belakang	.....	1
1.2. Rumusan Masalah	.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	.....	2
1.4. Manfaat Penelitian	.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>		
2.1. Pengertian Isolator	.....	4
2.2. Bahan-bahan Isolator	.....	5
2.3. Klasifikasi Isolator Saluran udara	.....	7
2.4. Karakteristik Isolator	.....	13
2.5. Pengotoran Isolator	.....	15
2.6. Polusi Pada Isolator	.....	16
2.7. Polutan Larut Dan Tak Larut	.....	17
2.8. Pemburukan Isolator	.....	18
2.9. Dampak Polutan Terhadap Isolator	.....	20



### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

3.1. Diagram Alir .....	21
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian .....	22
3.3. Teknik Analisa Data .....	28
3.4. Waktu .....	28
3.5.Tempat .....	29

### **BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1. Analisa Sifat Listrik .....	30
4.1.1. Analisa Pengukuran Konduktifitas .....	30
4.1.2. Analisa Konduktifitas Permukaan Isolator .....	31
4.1.3. Analisa Lewat Denyar .....	35

### **BAB 5 PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	36
5.2. Saran-saran .....	37

### **DAFTAR PUSTAKA**

.....	38
-------	----

### **LAMPIRAN-LAMPIRAN**

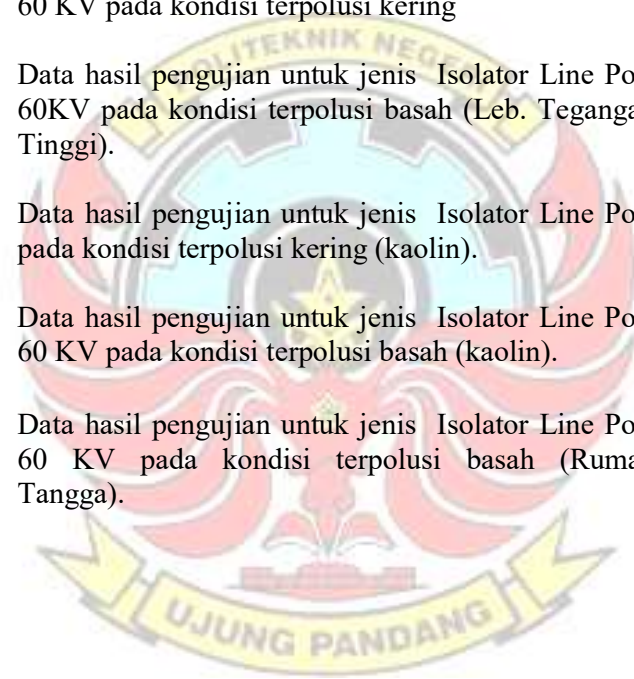
**Lampiran A Tabel hasil penelitian**

**Lampiran B Foto-foto saat pengambilan data**



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Halaman</b>
1	Pembagian Tingkat Polusi	37
2	Data hasil pengujian untuk jenis Isolator Line Post pada kondisi bersih kering	39
3	Data hasil pengujian untuk jenis Isolator Line Post pada kondisi bersih basah	40
4	Data hasil pengujian untuk jenis Isolator Line Post 60 KV pada kondisi terpolusi kering	41
5	Data hasil pengujian untuk jenis Isolator Line Post 60KV pada kondisi terpolusi basah (Leb. Tegangan Tinggi).	42
6	Data hasil pengujian untuk jenis Isolator Line Post pada kondisi terpolusi kering (kaolin).	43
7	Data hasil pengujian untuk jenis Isolator Line Post 60 KV pada kondisi terpolusi basah (kaolin).	44
8	Data hasil pengujian untuk jenis Isolator Line Post 60 KV pada kondisi terpolusi basah (Rumah Tangga).	45



## DAFTAR GAMBAR DAN LAMPIRAN FOTO

	<b>Keterangan</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1	Isolator gantung 250 cm	7
Gambar 2	Isolator jenis pasak ( <i>Pin Post</i> )	9
Gambar 3	Isolator jenis tarik	10
Gambar 4	Isolator batang panjang ( <i>loag road</i> )	10
Gambar 5	Isolator pos saluran ( <i>line post</i> )	11
Gambar 6	Diagram aliran	20
Gambar 7	Skema diagram eksperimen	21
Gambar 8	Skema rangkaian pengukuran konduktifitas permukaan kondisi bersih kering dan bersih basah.	22
Gambar 9	Skema rangkaian pengukuran konduktifitas permukaan kondisi terpolusi kering dan terpolusi basah.	24
Gambar 10	Skema rangkaian pengukuran lewat-denyar	28
Foto 1	Alat dan bahan polutan	48
Foto 2	Isolator kramik <i>Line Post</i> 60 kV (terpolusi)	48
Foto 3	Panel control untuk pengujian Isolator pada Labolatorium Tegangan Tinggi Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.	49
Foto 4	Rangkaian Tegangan Tinggi untuk pengujian Isolator pada Labolatorium Tegangan Tinggi Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.	49
Foto 5	Proses pengambilan data isolator keramik 60 kV pada Labolatorium Tegangan Tinggi Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.	50

## DAFTAR GRAFIK

Grafik	Keterangan	Halaman
1	Hubungan arus bocor dengan tegangan pada jenis Isolator <i>Line Post</i> kondisi kering	29
2	Hubungan arus bocor dengan tegangan pada jenis Isolator <i>Line Post</i> kondisi basah	30
3	Hubungan arus bocor dengan tegangan pada jenis Isolator <i>Line Post</i> kondisi kering-basah	31



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sistem transmisi dan distribusi tenaga listrik merupakan ujung tombak unit perusahaan PT. PLN (Persero) untuk mengirimkan daya listrik dari pusat-pusat pembangkit ke pusat-pusat beban, karena keandalan sistem transmisi distribusi haruslah mendapat perhatian agar kontinuitas pelayanan terjamin. Dan salah satu komponen yang memegang peranan penting adalah isolator sebagai peralatan pemisah bagian-bagian yang bertegangan serta penahan dan penopang kawat saluran.

Masalah utama pada polusi jaringan ini adalah terbentuknya lapisan polutan pada permukaan isolator, karena terbentuknya lapisan polutan dapat mengakibatkan terjadinya tegangan lewat denyar dan menghasilkan rugi-rugi energy dan degradasi permukaan isolator sehingga dapat mengganggu fungsi isolator sebagai isolator listrik.

Tegangan lewat denyar pada isolator yang terpolusi merupakan parameter yang penting dalam perancangan saluran distribusi. Pengujian isolator yang telah terpolusi buatan telah banyak dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi karakteristik tegangan lewat denyar. Isolator yang terpolusi buatan dipengaruhi tidak hanya oleh deposit polutan larut *Equivalent Deposit Density* (ESDD) tetapi juga oleh polusi polutan tak larut *Non Soluble Deposit Density* (NSDD).

Polutan yang tak larut merupakan bahan yang menyerap air dan mengikat polutan-polutan garam di permukaan isolator, hal ini menghambat proses pembersihan isolator oleh air hujan. Aspek lain yang penting dalam polutan tak larut yaitu pada waktu pembahasannya berjalan lambat seperti kondisi hujan gerimis, hal ini bersama dengan garam yang telah terkait akan menyebabkan pembentukan lapisan, dan lapisan ini sangat di pengaruhi besarnya tegangan dari isolator terpolusi.

Penelitian di lakukan yaitu memfokuskan pada pengaruh polutan tak larut terhadap karesteristik tegangan lewat denyar di permukaan isolator yang berbagai macam polutan.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Untuk mengetahui permasalahan yang akan di uraikan di atas, secara sistematis di rumuskan masalah sebagai berikut :

Bagaimana mengenali sifat-sifat listrik isolator keramik 60 KV pada Laboratoriun Teknik Tegangan Tinggi.

## **1.3. Tujuan**

Penelitian yang di lakukan penulis mempunyai tujuan dan manfaat sebagi berikut:

Mengenali sifat-sifat listrik Isolator keramik 60 KV yang meliputi konduktifitas permukaan lewat denyar.

#### 1.4. Manfaat

Dari hasil penelitian yang di harapkan dapat bermanfaat untuk :

1. Mengetahui sifa-sifat Isolator keramik pada berbagai jenis polutan.
2. Kalangan akademis sebagai sarana praktikum laboratorium mahasiswa.
3. Penambahan Job Sheet Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengertian Isolator

Isolator adalah alat listrik yang di pakai untuk menyekat atau mengisolasi bahan penghantar arus listrik dan di gunakan sebagai komponen untuk meletakkan dan merentangkan kabel agar tidak terhubung singkat. Isolator berfungsi untuk memisahkan bagian bagian yang mempunyai beda tegangan agar supaya dia antara bagian-bagian tersebut tidak terjadi lompatan listrik (*flash-over*) atau (*spark-over*).

Isolator sebagai peralatan yang penting dalam transmisi dan distribusi energy listrik sering mengalami ke gagalan dalam menjalankan fungsinya sebagai alat yang memisahkan bagian yang bertegangan. Kegagalan isolasi pada peralatan tegangan tinggi yang terjadi pada saat peralatan sedang beroperasi bisa menyebabkan kerusakan alat sehingga kontinuitas system menjadi terganggu. Kegagalan isolasi (*insulation break down, insulation failure*) disebabkan karena beberapa hal antara lain isolasi tersebut sudah lama di pakai, berkurangnya kekuatan di elektrik dan karena isolasi tersebut di kenakan tegangan lebih dan juga yang paling mempengaruhi proses kegagalan isolator pasangan luar (*outdoor insulator*) adalah pengotoran yang terjadi pada permukaannya sehingga mengakibatkan rugi-rugi energy dan degradasi permukaan isolator.



## 2.2. Bahan-bahan Isolator

Bahan isolasi yang biasa dipergunakan pada isolator saluran udara yang dioperasikan pada tegangan tinggi adalah bahan porselin dan bahan gelas.

### a. Bahan porselin (keramik)

Porselin terbuat dari tanah liat china (*china clay*) di dalam bentuk alumina silikat. Bahan tersebut tercampur kaolin, feldspar dan kuaris, kemudian campuran ini di panaskan dalam tungku yang suhunya dapat di atur. Bahan porselin di bakar sampai keras, halus mengkilat dan bebas dari lubang lubang.

Untuk mendapatkan sifat listrik dan sifat mekanis yang baik, harus di pilih suhu pemrosesan yang sesuai, karena jika bahan isolasi diproses pada suhu yang agak rendah, sifat mekanisnya baik, tetapi bahan tetap berlubang-lubang, sedangkan jika diproses pada suhu yang tinggi, lubang lubangnya berkurang tetapi bahan menjadi rapuh.

Beberapa kelebihan isolator porselin/keramik antara lain :

1. Stabil adanya ikatan *ionic* antara atom yang menyusun keramik, seperti silikon dan silicates, membuat strukturnya sangat stabil dan biasanya tidak mengalami degradasi karena pengaruh lingkungannya. Ini berarti bahwa isolator keramik tidak akan rusak oleh pengaruh UV (*ultra violoet*), kelembaban aktifitas elektrik dan sebagainya.

2. Mempunyai kekuatan mekanik yang baik merupakan ciri alami bahwa bahan keramik mempunyai sifat mekanis yang kuat, sehingga pada pemakaian Isolator porselin sebagai terminal kabel, bushing dan arrester tidak memerlukan material lain sebagai penyokong.
3. Harganya relatif murah. penyusun porselin seperti *clay*, *feldspar* dan *quartz* harganya relative murah dan persediaanya cukup banyak.
4. Tahan lama, proses pembuatan porselin yang terdiri dari beberapa proses seperti pencetakan dan pembakaran dalam mengurangi kadar air menyebabkan porselin mempunyai sifat awet.

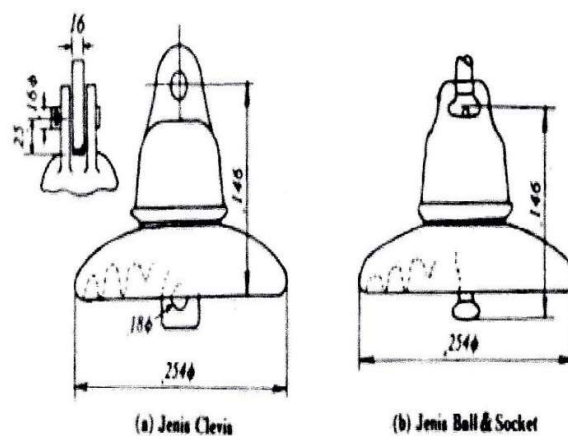
Di samping kelebihan kelebihan di atas isolator porselin juga mempunyai kekurangan sebagai berikut:

1. Mudah pecah. Isolator porselin rentan pecah pada saat di bawah maupun pada saat instalasi.
2. Berat, salah satu dari sifat keramik adalah mempunyai massa yang berat biasanya mahal karena biaya yang dikeluarkan untuk pengiriman dan instalasi .
3. Bentuk geometri kompleks. Porselin mempunyai jarak sayap yang kecil, oleh karena pada isolator porselin yang berukuran besar dan berat biasanya mahal karena biaya yang di keluarkan untuk pengiriman dan instalasi.

4. Berlubang akibat pembuatan kurang sempurna. Berdasarkan pengalaman isolator porselin yang berlubang dapat menyebabkan terjadinya tembus internal (*internal dielectric breakdown*).
5. Mudah terpolusi. Permukaan isolator bersifat hidrophillik, yang berarti permukaan porselin mudah untuk menangkap air, sehingga pada kondisi lingkungan yang berpolusi mudah membentuk lapisan konduktif di permukaannya, hal ini dapat menyebabkan kegagalan isolasi yaitu *flash over*.

### 2.3. Klasifikasi Isolator Saluran Udara (Isolator Padat)

Isolator dapat digunakan pada saluran transmisi udara yang diklasifikasikan menurut penggunaan dan konstruksinya menjadi isolator gantung (*suspension*). Jenis pasak (pin type), jenis pos saluran (*line post*), jenis tarik (*strain*), dan jenis batang panjang (*long road*).



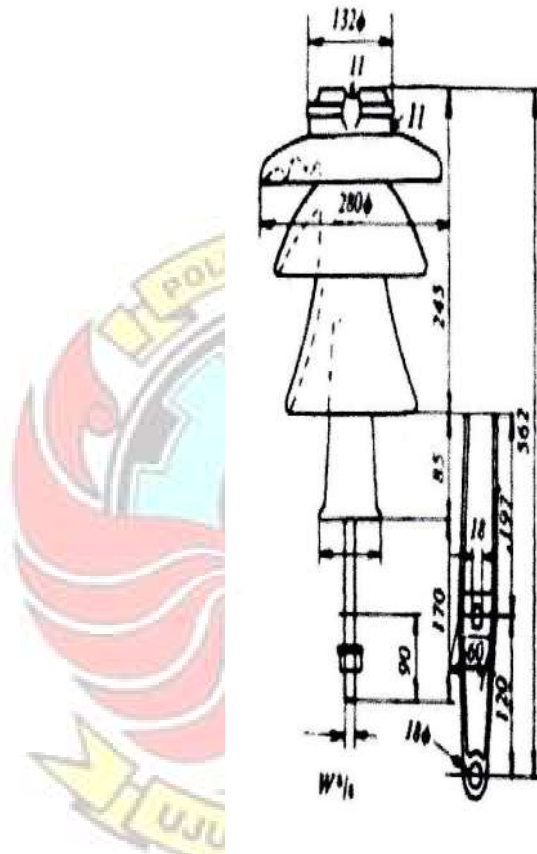
Gambar 1. Isolator gantung 250 cm

Jenis *suspension* (isolator gantung ) merupakan jenis isolator dimana konduktor digantung pada bagian bawah dari rantai isolator. Isolator ini dihubungkan satu dan yang lainnya oleh rantai metal, sehingga membentuk sambungan beberapa isolator untuk mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan, rantai metal yang dihubungkan satu isolator dan isolator yang lainnya menimbulkan elektrostatis yang sangat kuat yang ditimbulkan karena mengalirnya arus pada penghantar .

Isolator jenis *suspension* banyak digunakan di atas 50 KV dengan alasan :

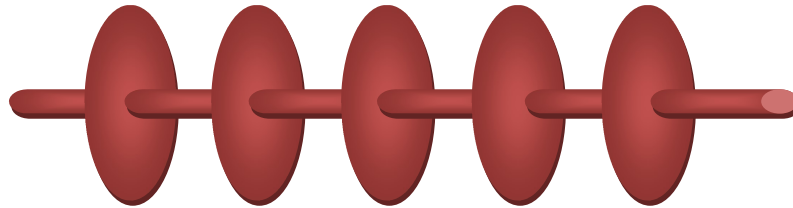
- a. Setiap isolator dibuat untuk tegangan kerja yang relatif rendah sehingga setiap tegangan kerja yang dibutuhkan dapat diperoleh dengan memutuskan isolator yang sesuai.
- b. Jika terjadi kerusakan pada salah satu isolator maka isolator yang lain tetap dapat berfungsi sebagai isolator.
- c. Jika pada bagian tertentu pada bagian transmisi diperlukan kekuatan isolasi yang lebih tinggi maka dapat di peroleh dengan mudah dengan cara menambahkan beberapa rantai isolator.

- d. Fleksibilitas dari hantaran sangat baik karena isolator ini dihubungkan satu dengan yang lainnya dengan klen-klen sehingga bebas berayun pada batas batas jarak bebasnya .



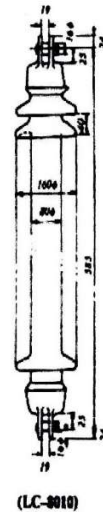
**Gambar 2.** Isolator jenis pasak (*pin post*)

Jenis *pin-type* (jenis duduk) umumnya di gunakan untuk tegangan kerja sampai 20 KV. Dengan menggunakan 2,3 atau 4 isolator maka dapat di peroleh tegangan kerja sampai 45-66 KV atau lebih tinggi. Tidak digunakan jenis isolator untuk tegangan yang lebih tinggi hanya di didasarkan untuk sektor ekonomis terlihat pada gambar diatas.



**Gambar 3.** Isolator jenis tarik

Isolator jenis strain (tarik) digunakan pada tiang akhir (read end) setiap transmisi atau pada belokan dimana transmisi harus berubah arah. Umumnya digunakan rangkaian isolator suspensi yang dipararel untuk memperoleh kekuatan tarik yang lebih tinggi. Untuk transmisi tenaga listrik dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan jalan-jalan tegangan tinggi digantungkan pada rantai isolator .



**Gambar 4.** Isolator batang panjang (*loag road*)

Jenis *long road* ( batang panjang ) mempunyai sedikit bagian logam sehingga tidak mudah menjadi rusak .oleh karena rusaknya yang

sederhana maka dia mudah dicuci oleh hujan, sehingga jenis ini sesuai pada tempat tempat yang hendaki kotori oleh garam dan debu. (Andi wahyu, muktandir akbar, suwandi yahya.2007.Analisis pengaruh polutan tak larut terhadap isolator 20 KV pada gardu induk hertasning. Makassar : Proyek akhir (PA). Jurusan Teknik Mesin program studi konversi energy politeknik negeri ujung pandang)

Jenis line post terbuat dari porselin, yang bagian bawahnya diberi tutup (thimble, cap) besi cor yang disemenkan pada porselin serta pasak baja yang di sekrupkan padanya. Karena jenis-jenis ini dipakai sendiri (tidak dalam gandengan ) serta kekuatan mekanisnya rendah, maka mereka tidak di buat dalam ukuran ukuran besar terlihat pada gambar dibawa ini.



**Gambar 5.** Isolator pos saluran (*line post*)

## 2.4. Karakteristik Isolator

### 2.4.1. Karakteristik Listrik

Isolator terdiri dari bahan porselin yang diapit oleh elektroda-elektroda dengan demikian, Isolator terdiri dari sejumlah kapasitansi. Kapasitansi ini diperbesar oleh lapisan yang menghantarkan listrik karena kelembaban udara, debu dan bahan-bahan lainnya dari permukaan isolator tersebut. karena kapasitansi ini maka distribusi tegangan pada sebuah gandingan yang tidak seragam. Potensial pada ujung yang terkena tegangan (ujung memegang kawat penghantar) adalah paling besar. Karakteristik elektrik suatu isolator dinilai dari tegangan lewat denyar yang terdiri tegangan-tegangan lewat denyar frekuensi rendah, impuls dan tembus.

1. Tegangan tembus pada isolasi udara cenderung meningkat seiring pertambahan jarak sela elektroda, semakin besar jarak sela elektroda maka tegangan tembusnya akan semakin besar juga.
2. Tegangan lewat denyar frekuensi rendah kering (*dry power frequency voltage*) adalah tegangan lewat denyar yang terjadi bila tegangan diterapkan diantar kedua elektroda isolator yang bersih dan kering permukaannya, nilainya konstan serta merupakan nilai dari karakteristik isolator.
3. Tegangan lewat denyar frekuensi rendah basah (*wet power frequency flashover voltage*) adalah tegangan lewat denyar yang terjadi bila



tegangan diterapkan diantara kedua elektroda isolator yang basah karena hujan atau sengaja dibasahi.

4. Tegangan lewat denyar impuls (*impuls flashover voltage*) adalah tegangan lewat denyar yang terjadi bila tegangan implus dengan gelombang standar diterapkan.
5. Tegangan tembus merupakan tembus yang menyebabkan perusakan bahan isolasinya.

#### 2.4.2. Karakteristik Mekanik

Kecuali harus memenuhi persyaratan listrik tersebut diatas, isolator harus memiliki kekuatan mekanik guna memikul bahan mekanik penghantar yang dihasilkan. Porselin sebagai bahan utama sebuah isolator yang mempunyai sifat sebagai cor, dengan kuat tekan yang besar dan kuat tarik yang lebih kecil.

Porselin harus bebas dari lubang lubang, goresan, keretakan dan mempunyai ketahanan terhadap suhu yang mendadak, serta tumbukan dari luar. Gaya tarik terhadap isolator yang telah dipasang relatif besar, sehingga kekuatan porselin dan bagian-bagian yang disemenkan harus di buat lebih besar dan kuat dari kekuatan bagian bagian logamnya.

Kekuatan mekanik dari isolator gantung dan isolator batang panjang (*long road*), harus diuji untuk mengetahui kemampuan mekanis kesergamanya. Kekuatan jenis *pin type* dan *line post* ditentukan oleh kekuatan pasaknya (*pin*) terhadap momen tekukan (*Bending moment*) oleh penghantar. Dalam merencanakan isolasi saluran transmisi udara,

tegangan lebih merupakan factor penting. Ditempat-tempat di mana pengotoran udara tidak di mengawatirkan, surja hubung (switching-surge) merupakan faktor penting dalam menentukan jumlah isolator dan jarak isolasi. Karakteristik lompatan api dan surja-hubung lain dari karakteristik frekuensi rendah dan implus.

## 2.5. Pengotoran Isolator

Tahanan isolasi dari permukaan isolator bersih besar sekali. Nilainya menjadi sangat berkurang menjadi beberapa Mega ohm saja, bila permukaannya menjasi kotor apabila isolator tersebut dipasang di daerah daerah Industri atau ditepi-tepi pantai . Bila tegangan tinggi diterapkan pada isolator ini, lapisan permukaan menguap dan menimbulkan busur api setempat, yang kemudian bertambah besar sehingga menimbulkan lompatan api. Mekanisme dari lompatan api ini sangat sukar diterapkan. Karakteristik lompatan api ini yang digunakan sebagai standart perencanaan didapat dari pengalaman operasi dan pemeliharaan pada saluran transmisi, serta data-data pengujian lompatan api pada isolator yang sengaja dikotori atau dikotori secara manual.

Untuk menanggulangi pengotoran yang menyebabkan penurunan tegangan ketahanan pada isolator, ditempuh cara-cara berikut :

1. Menambah isolasi (misalnya menambah jumlah piringan dalam gandengan).
2. Mencuci isolator, yaitu dengan cara menyemprotkan air dan biasanya dalam keadaan bertegangan (*hot line watching*).

3. Memberi lapisan campuran silikon pada isolator untuk menangkal air (*water repellent*).
4. Menurunkan tegangan sistem atau memutuskan arus saluran transmisi bila diperkirakan akan terjadi gangguan.

Untuk mensimulasikan pengotoran yang terjadi di alam, digunakan polusi buatan (*artificial pollution*) yang terdiri dari polusi tanah (berupa tanah merah yang dioleskan secara merata di permukaan isolator dengan metode basah dan kering) dan polusi debu rumah tangga dan kaolin (berupa larutan yang terdiri dari campuran air, dimana isolator disemprotkan secara merata pada batang isolator).

## **2.6. Polusi Pada Isolator**

Isolator pasangan luar dan dalam, pengoperasiannya tidak terlepas dari pengaruh lingkungan disekitarnya, kondisi sekitarnya. Kondisi lingkungan jenis polusi disekitar pemasangan isolator sangat berpengaruh dalam pemilihan jenis isolator dan cara perawatannya.

Pada umumnya, polusi pada isolator menurut sumbernya dapat dibagi dalam empat kategori yaitu:

1. Polusi dari laut, tingkat polusi maksimum dari isolator sangat berhubungan dengan jarak lokasi air laut, makin jauh dari laut makin sedikit penumpukan yang terjadi, polusi ini terbawa ke permukaan isolator oleh angin pada kondisi tertentu seperti angin *typhoon* atau badai, sering terjadi penumpukan polutan dalam jumlah yang sangat besar pada permukaan solator.

2. Polusi dari Industri, komposisi kimia dari polutan jenis ini sangat beragam dan bias membentuk lapisan yang menempel kuat pada lapisan isolator, seperti jelaga dan asap dari cerobong pabrik, debu polusi dari pabrik semen.
3. Polusi dari daerah padang pasir, timbunan polutan tak larut (*non soluble deposit density*) pada daerah padang pasir pada umumnya lebih banyak dari pada daerah polusi air laut. Pada daerah tertentu sering sekali terjais kombinasi dari keduanya, seperti daerah berpasir yang dekat pantai. Garam laut yang menempel pada permukaan isolator terlapisi oleh debu yang terbawa dari padang pasir.
4. Polusi dari gunung berapi. Polutan dalam bentuk debu-debu dari berbagai ukuran dengan senyawa utama *silikat* ( $SiO_2$ ) dan alumina ( $Al_2O_3$ ). Secara kualitatif tingkat polusi dapat dibagi dalam empat tingkat, mulai dari polusi ringan sampai polusi berat. Berdasarkan hal tersebut PLN telah membuat klasifikasi tentang tingkat polusi (SPLN 10-3B:1993).

## 2.7. Polutan Larut Dan Tak Larut

Zat polutan yang mempengaruhi ketahanan permukaan suatu isolator dapat digolongkan menjadi dua komponen. Komponen yang bersifat larut merupakan komponen konduktif yang terdiri dari garam-garam yang dapat terurai yang menjadi ion-ion dalam suatu larutan, seperti Natrium (NaCl), magnesium chloride (MgCl) dan Natrium Nitrat ( $NaNO_3$ ). Polutan jenis

ini diwakili oleh parameter NSDD (Non Soluble Deposit Density) yang menyatakan banyaknya deposit polutan tak larut per luas area ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ ).

Terdapat perbedaan signifikan pada tegangan lewat denyar dari berbagai jenis *kaolin*. Perbedaan tegangan lewat denyar ini berhubungan dengan ukuran partikel, keseragaman lapisan polutan pada permukaan isolator dan jenis mineral utama dari *kaolin*. Proses terbentuknya lapisan polutan sangat dipengaruhi oleh keadaan udara seperti kabut, embun, serta hujan. Polutan seperti  $\text{SiO}_2$ , debu dan semen *Portland* dapat membentuk ikatan mekanis yang mengikat komponen secara konduktif. Pada beberapa kasus, ikatan mekanis ini membuat polutan yang menempel kuat pada permukaan isolator sehingga pencucian sendiri oleh hujan sangat sulit.

## 2.8. Pemburukan Isolator

Karena dipakai selama bertahun-tahun, isolator berkurang daya isolasinya, misalnya mengalami keretakan pada porselinya, proses ini dinamakan pemburukan isolator. Sebab utama dari pemburukan isolator adalah pengembangan kimiawi dan pengembangan pembekuan dari semen, perbedaan dari pengembangan karena panas diberbagai bagian isolator, pengembangan panas karena arus bocor dan berkaratnya pasangan-pasangan logam.

Untuk mencegah proses pemburukan dilakukan proses sebagai berikut:

1. Meningkatkan kekuatan mekanis dari bagian porselin.

2. Membatasi pengembangan kimiawi dari bagian-bagian semen.
3. Mencat bagian-bagian semen.
4. Tidak menggunakan semen pada lapisan porselin.

Isolator jenis pasak (pin-type) paling banyak mengalami proses pemburukan sehingga sering menyebabkan gangguan pada saluran transmisi. Isolator gantung, isolator long road dan isolator line post jarang menyebabkan gangguan karena pemburukan. Dengan kemajuan teknologi, maka isolator yang dibuat dalam akhir-akhir ini sedikit sekali mengalami pemburukan.

Jenis pasak dan line post terbuat dari porselin, yang bagian bawahnya di beri tutup (thimble, cap) besi cor yang disemenkan pada porselin serta pasak baja yang di sekrupkan padanya. Karena jenis ini dipakai sendiri (tidak dalam gandingan ) serta kekuatan mekanisnya rendah, maka mereka tidak dibuat dalam ukuran-ukuran yang besar.

Jenis batang panjang mempunyai sedikit bagian logam sehingga tidak mungkin menjadi rusak. Oleh karena rusaknya yang sederhana maka ia mudah tercuci oleh hujan sehingga jenis ini sesuai sekali untuk penggunaan pada tempat-tempat yang banyak dikotori oleh garam dan debu.

## **2.9. Dampak Polutan Terhadap Isolator**

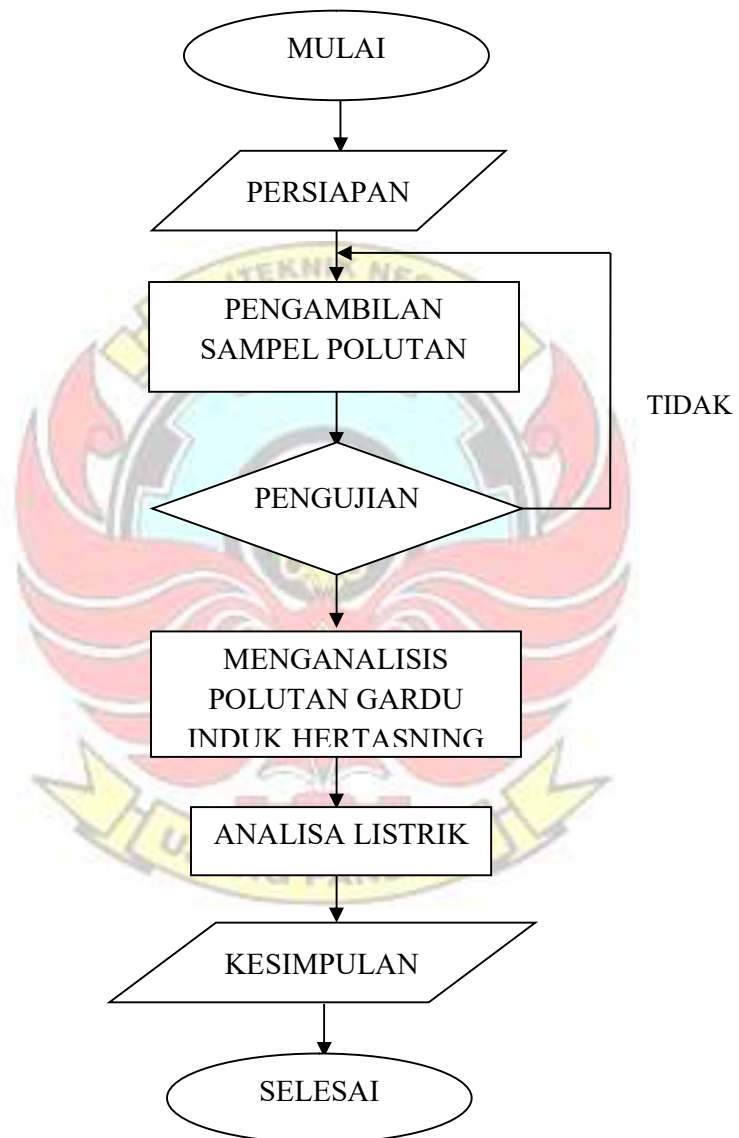
Pada umumnya polutan tidak mempunyai dampak positif terhadap kinerja dari suatu isolator. Tetapi sebaliknya, polutan dapat memberikan pengaruh negatif, antara lain:

1. Mempengaruhi besar tahanan isolasi dari isolator.
2. Mempercepat kegagalan isolator karena pengotoran pada permukaanya.
3. Menyebabkan terjadinya arus bocor.
4. Menyebabkan terjadinya tegangan lewat denyar atau loncatan bunga api.
5. Mengakibatkan degradasi permukaan isolator.
6. Terjadinya rugi-rugi energi.



**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1. Diagram Alir (Flow Chart)**



**Gambar 6.** Diagram alir



### 3.2. Eksperimen Pengambilan Data

Metode dan prosedur yang digunakan dalam menganalisa berbagai jenis polutan di Leb Tegangan Tinggi Teknik Konversi Energi meliputi dua hal :

a. Analisa sifat listrik

Untuk lebih jelasnya kedua jenis analisa yang digunakan digambarkan seperti gambar 7.



Gambar 7. Skema Diagram Eksperimen

#### 3.2.2. Eksperimen Sifat Listrik

- **Eksperimen 1 : Konduktifitas Permukaan Isolator Terpolusi**

Pengukuran konduktifitas dilakukan untuk empat kondisi keadaan, yaitu :

1. Kondisi bersih-kering.

Pada kondisi ini, Isolator dalam keadaan tanpa pembasahan (tanpa penyemrotan air pada bodi Isolator)

2. Kondisi bersih-basah.

Pada kondisi ini, Isolator dalam keadaan dengan pembasahan pada permukaannya dan tanpa polutan.

3. Kondisi terpolusi-kering.

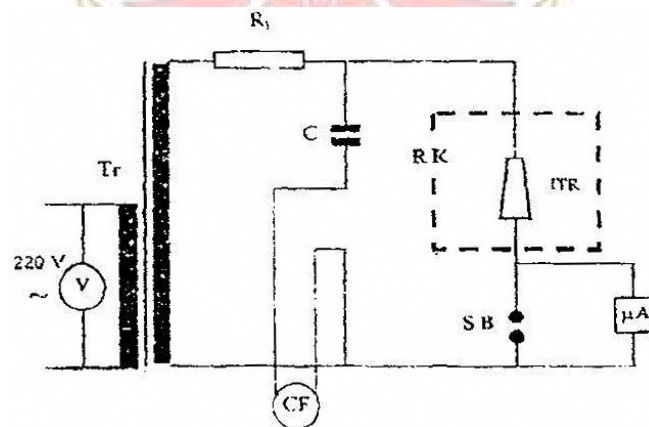
Pada kondisi ini, Isolator dalam keadaan berpolutan (polutan berasal dari alam bebas dan *Kaolin*) dan tanpa pembasahan (kondisi kering).

4. Kondisi terpolusi-basah (dengan polutan dan pembasahan).

Pada kondisi ini, Isolator dalam keadaan berpolutan dan dengan pembasahan pada permukaannya.

Bila tegangan diterapkan pada Isolator, arus akan mengalir melalui permukaannya. Arus ini disebut arus bocor permukaan. Pada kondisi permukaan terpolusi, arus bocor yang terjadi dapat dipergunakan sebagai indikator tingkat polusi suatu daerah.

Prosedur dan skema eksperimen pengukuran konduktifitas permukaan Isolator pada kondisi bersih-kering dan bersih-basah ditunjukkan seperti dibawah. Pengukuran pada Isolator *Line Post*, dan diambil harga rata-ratanya.



**Gambar 9.** Skema Rangkaian Pengukuran Konduktifitas Permukaan Kondisi Bersih-Kering Dan Bersih-Basah.

Keterangan simbol pada gambar 9 :

Tr : trafo tegangan tinggi, 220 V/100 kV

C : kapasitor tegangan tinggi, 100 pF

CF : alat ukur tegangan puncak *Chubb & Fortesque*

SB : sela bola untuk proteksi tegangan lebih, jarak 1 cm

R<sub>1</sub> : tahanan pelindung trafo jika terjadi hubung singkat, 10 M ohm

μA : mikro amperemeter digital bolak-balik

RK : ruang kabut dilengkapi dengan injeksi uap

ITR : Isolator uji, *Line Post* 20 kV.

Proses

1. Pengukuran pada kondisi bersih-kering
2. Persiapan Isolator *Line Post* (Pembersihan agar bersih dari debu dan minyak).
3. Penempatan Isolator pada tempat pengujian dalam ruang jaring
4. Mencatat besar tegangan dan arus bocor yang terjadi.

Keluaran

Konduktifitas  
Permukaan  
Isolator Bersih

✓	KERING
✓	BASAH

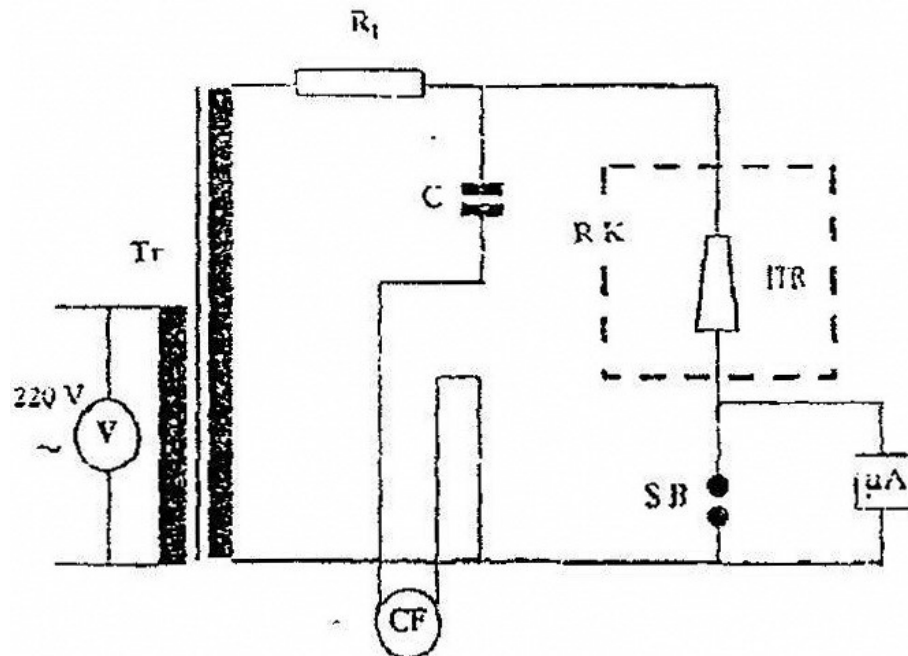
5. Penerapan jarak *spare gap* secara bertahap mulai dari 3 mm sampai 12 mm.

Tegangan kV

6. Langkah selanjutnya sama dengan langkah 2-5

Uraian dibawah merupakan prosedur dan skema eksperimen pengukuran konduktifitas permukaan Isolator pada kondisi terpolusi-basah. Pengukuran dilakukan pada Isolator *Line Post*, dan diambil harga rata-ratanya.

Digunakan tiga polutan (Tanah, debu dan *Kaolin*). Pembentukan lapisan polutan melalui penyemprotan (*spraying*) sesuai dengan IEC-507, dipilih metode ini dikarenakan lebih efisien dalam penggunaan polutan dibandingkan pencelupan (*dipping*) atau pengaliran (*flowing*) menurut standar IEC 815. Penyemprotan lapisan polutan dilakukan pada Isolator *Line Post* untuk pengujian arus bocor.



**Gambar 10.** Skema Rangkaian Pengukuran Konduktifitas Permukaan Kondisi Terpolusi-Kering Dan Terpolusi-Basah.

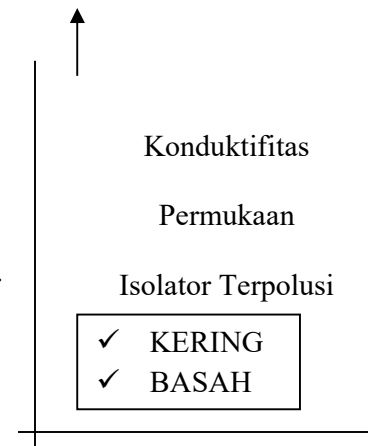
## Proses

1. Pengukuran pada kondisi terpolusi-kering
2. Persiapan Isolator *Line Post* (Pembersihan agar bersih dari debu dan minyak).
3. Penempatan Isolator pada tempat pengujian dalam ruang jaring.
4. Mencatat besar tegangan dan arus bocor yang terjadi.
5. Penerapan jarak *spare gap* secara bertahap mulai dari 3 mm sampai 12 mm.
6. Langkah selanjutnya sama dengan langkah 2-5.

### • Eksperimen 2 : Tegangan lewat denyar

Dalam pengukuran tegangan lewat denyar pada kondisi basah percikan bisa timbul dari ujung-ujung tetes air ke body Isolator. Percikan yang diamati adalah percikan timbul karena pelepasan muatan dari bagian “kering” (tanpa tetes air). Level ketahanan Isolator dari Isolator (*withstand voltage*) merupakan tegangan kritis, yaitu tegangan maksimum yang masih dapat ditahan oleh Isolator sebelum lewat denyar. Prosedur dan skema eksperimen seperti di bawah.

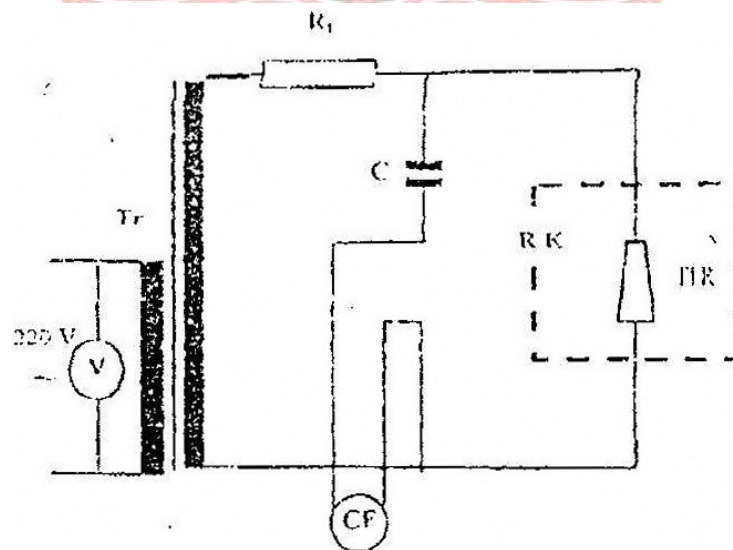
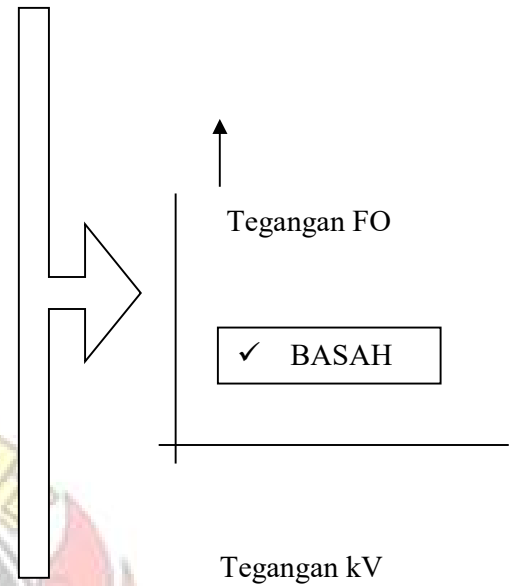
## Keluaran



Proses

1. Penyemprotan Isolator *Line Post* dengan larutan polutan.
2. Penempatan Isolator pada tempat pengujian dalam ruang jaring.
3. Penerapan jarak *spare gap* secara bertahap mulai dari 3 mm sampai dengan 12 mm.
4. Mencatat besar tegangan dan arus bocor yang terjadi.

Keluaran



Gambar 11. Skema Rangkaian Pengukuran Lewat Denyar.

### **3.3. Teknik Analisa Data**

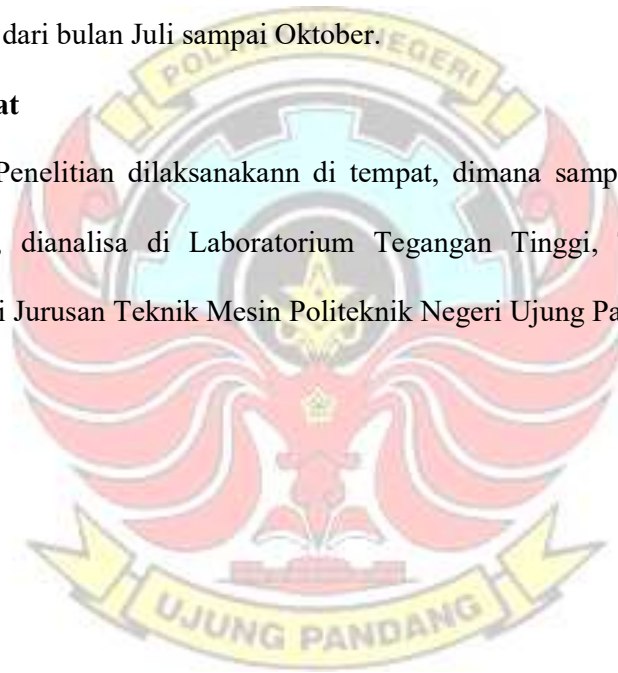
Data yang diperoleh akan dievaluasi sesuai dengan tujuan tugas akhir ini dimana nantinya akan diketahui pengaruh polutan terhadap sifat listrik dari Isolator 60kV. Analisa yang digunakan yaitu membuat grafik dan pembahasan

### **3.4. Waktu**

Waktu penelitian dilaksanakan selama kurung waktu empat bulan, mulai dari bulan Juli sampai Oktober.

### **3.5. Tempat**

Penelitian dilaksanakann di tempat, dimana sampel yang sudah di ambil, dianalisa di Laboratorium Tegangan Tinggi, Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.



## **BAB IV**

### **ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN ANALISA**

#### **4.1. Analisa Sifat Listrik**

##### **4.1.1. Analisa pengukuran konduktifitas**

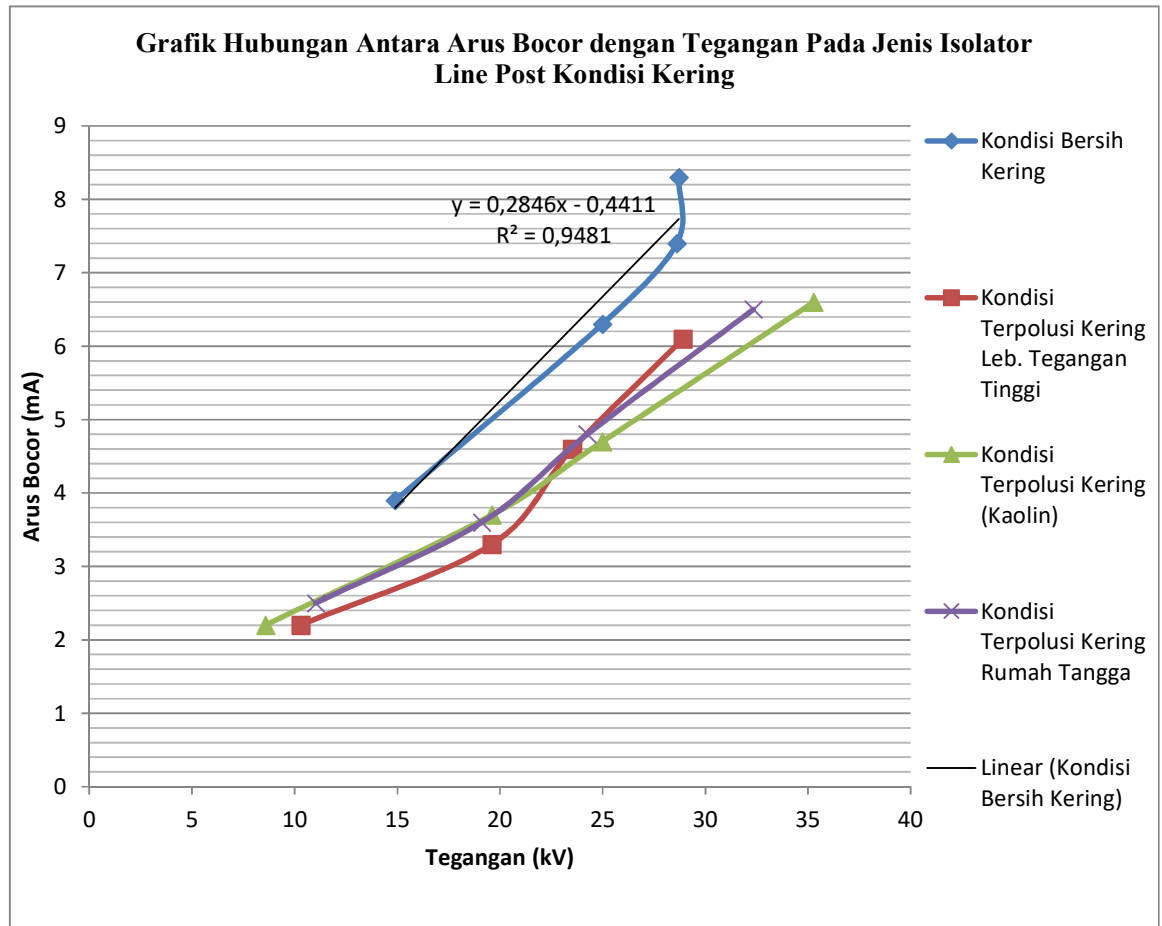
Berdasarkan hasil analisa maka dapat kita lihat besarnya konduktifitas larutan dari berbagai macam polutan dan kaolin. Adapun besarnya konsentrasi polutan dan kaolin, larutan yang terbentuk merupakan suspensi zat pelarut (air mineral merek aqua) dan zat yang di larutkan (polutan polutan dan kaolin). Pada saat di larutkan partikel, yang di larutkan tidak dapat bercampur langsung dengan air aqua, partikel ini hanya dapat menyebar dan mengendap bila di diamkan kurang lebih dari dua jam.

Jadi pada analisa, besarnya konduktifitas larutan kaolin relatif rendah karena zat tersebut bukan merupakan zat mudah yang terurai. Dan berdasarkan hasil percobaan untuk analisis konduktifitas permukaan isolator maka dapat kita lihat dari berbagai hubungan terutama hubungan arus bocor dengan tegangan dalam berbagai kondisi jenis polutan, dan dapat kita lihat antara arus bocor dengan jarak antar spare gap.

##### **4.1.2. Analisa Kondiktifitas Permukaan Isolator**

Untuk analisa konduktifitas permukaan Isolator dapat di lihat pada grafik yang merupakan hubungan antara arus bocor dengan tegangan untuk berbagai jenis kondisi polutan.





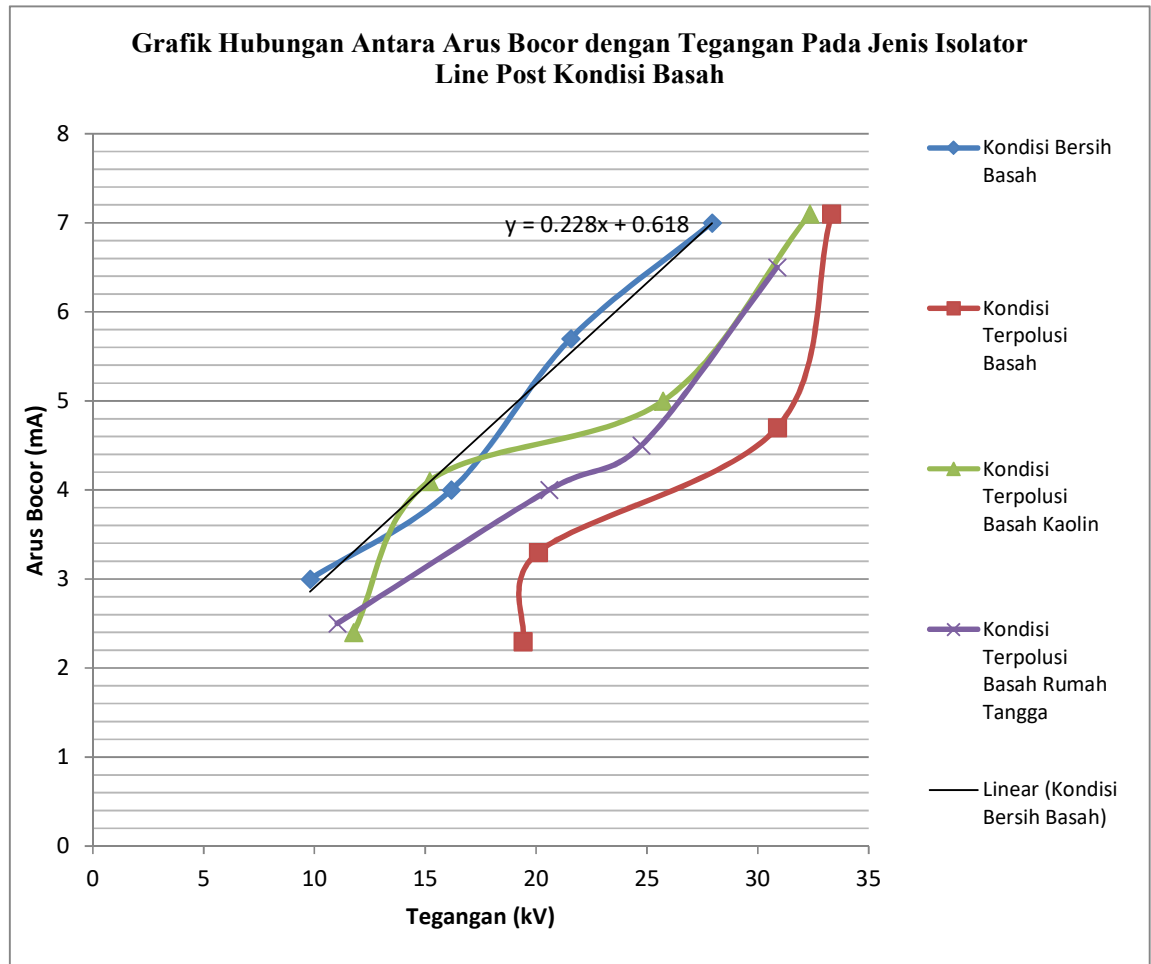
Grafik 1. Hubungan arus bocor dengan tegangan pada jenis Isolator *Line Post* kondisi kering..

Sebagai contoh perhitungan regresi linear diambil pada kondisi bersih kering.

$$y | x = 9,3$$

$$\begin{aligned} \text{sehingga } y &= 0,284x + 0,441 \\ &= 0,284 (9,3) + 0,441 \\ &= 3,0822 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, dapat diperoleh nilai “y” untuk kondisi yang lainnya.



Grafik 2. Hubungan antara arus bocor dengan tegangan pada jenis Isolator *Line Post* kondisi basah.

Sebagai contoh perhitungan untuk regresi linear diambil pada kondisi

bersih kering.

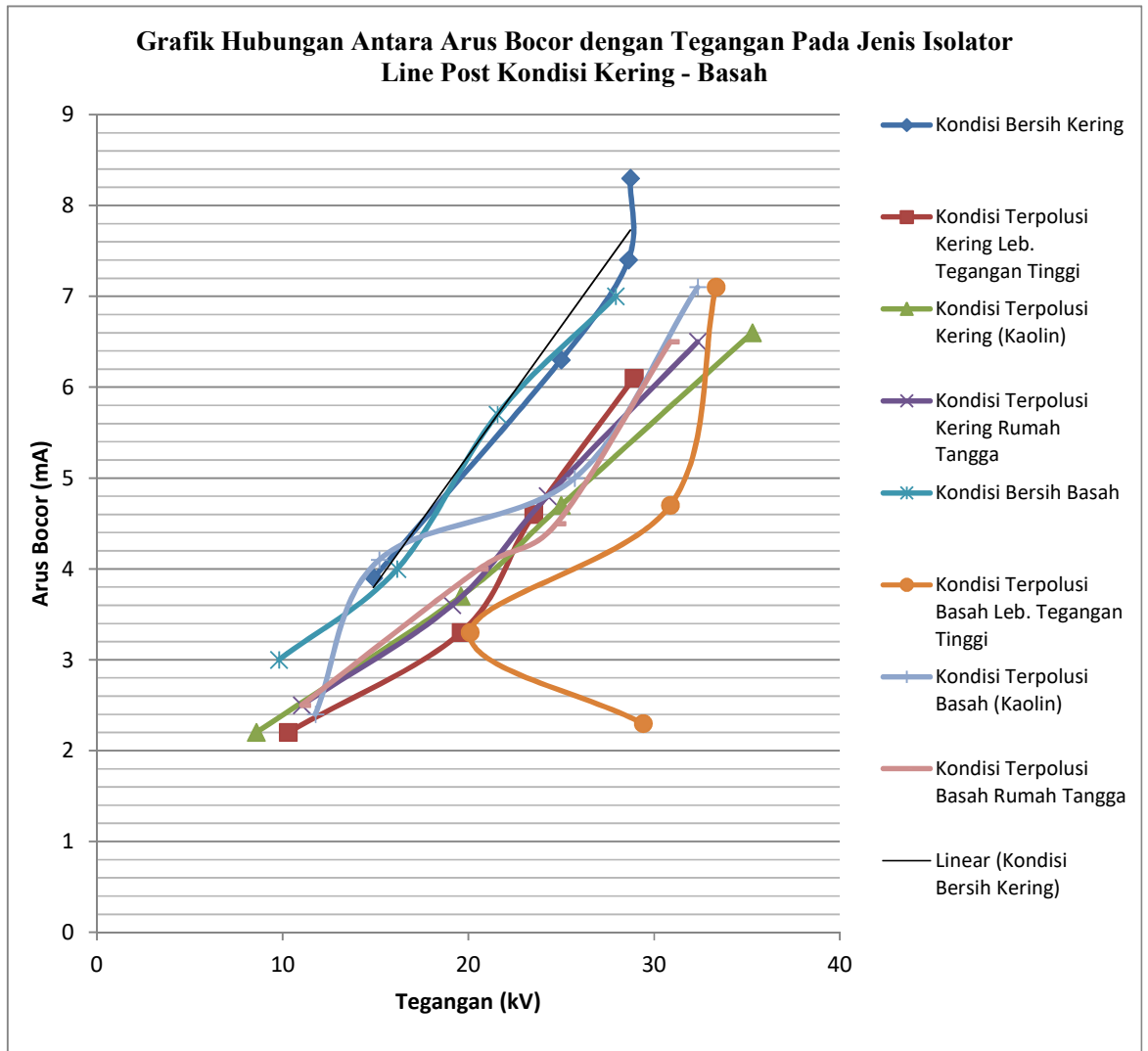
$$y | x = 6,7$$

$$\text{sehingga } y = 0,228x + 0,618$$

$$= 0,228 (96,7) - 0,618$$

$$= 2,1456$$

Dengan cara yang sama, dapat diperoleh nilai “y” untuk kondisi yang lainnya.



Grafik 3. Hubungan antara arus bocor dengan tegangan pada kondisi Isolator *Line Post* kondisi kering-basah.

Jenis Isolator yang di gunakan yakni jenis *Line Post* untuk kondisi kering dan basah.

Grafik 1 dan 2 menunjukkan bahwa arus bocor akan semakin naik sebanding dengan besarnya tegangan yang diberikan, artinya seakin besar tegangan yang diberikan maka arus bocor semakin besar bias dikatakan grafik berbanding lurus.

#### 4.1.3. Analisis Lewat-denyar

lewat denyar adalah pelepasan muatan yang bersifat destruktif (bersifat merusak) yang melintasi pada permukaan isolator itu terjadi karena tegangan melebihi harga ketahanan elektriknya. Lewat denyar menimbulkan pemanasan sehingga dapat merusak permukaan isolator juga menimbulkan rugi-rugi energy dan degradasi permukaan isolator.

Pada pengujian lewat denyar dilakukan dengan berbagai macam polutan dan lewat denyar meliputi tahap terjadinya busur-busur kecil yang melintas diatas permukaan isolator menuju ke bagian bawah isolator sehingga isolator tidak berfungsi sebagaimana fungsinya sesuai dengan teori.

Pada pengujian lewat denyar, busur awal terjadi pada tegangan 8 KV dengan jarak spare gap 3 mm, dan pada tegangan 16 KV dengan jarak spare gap 6 mm, dan pada tegangan 18 KV dengan jarak spare gap 9 mm, dan pada tegangan 26 KV dengan jarak spare gap 12 mm, dan pada jarak spare gap 13 seterusnya tidak didapatkan lagi gejala busur apa, nilai ini didapatkan dari percobaan kondisi terpolusi basah (Remah Tangga) sementara nilai yang didapatkan pada kondisi terpolusi kering yaitu pada tegangan 7,6 KV dengan jarak spare gap 3 mm, dan pada tegangan 14,6 KV dengan jarak spare gap 6 mm, dan pada tegangan 20,5 KV dengan jarak spare gap 9 mm, dan pada tegangan 26,5 KV dengan jarak spare gap 12 mm. Maka dapat ditarik kesimpulan pada dasarnya polutan kering membutuhkan tegangan lebih besar dibandingkan kondisi polutan basah.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Dari penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

Pada pengujian Isolator *Line Post* di Laboratorium diperoleh data :

1. Bersih kering, arus bocor maksimum 8,3 mA, arus bocor minimum 3,9 mA
2. Bersih basah, arus bocor maksimum 7 mA, arus bocor minimum 3 mA.
3. Terpolusi kering, arus bocor maksimum 6,1 mA, arus bocor minimum 2,2 mA.
4. Terpolusi basah, arus bocor maksimum 7,1 mA, arus bocor minimum 2,3 mA.
5. Terpolusi kering (kaolin), arus bocor maksimum 6,6 mA, arus bocor minimum 2,2 mA.
6. Terpolusi basah (kaolin), arus bocor maksimum 7,1 mA, arus bocor minimum 2,4 mA.
7. Terpolusi kering (Rumah Tangga), arus bocor maksimum 6,5 mA, arus bocor minimum 2,5 mA.
8. Terpolusi basah (Rumah Tangga), arus maksimum 6,5 mA, arus bocor minimum 2,4 mA.
9. Dari pengujian dan data-data yang didapatkan nilai tegangan relatif kecil karena pengaruh jarak bola spart gap dengan jarak 3mm

didapatkan tegangan tembusnya 9,3 kv, 6mm = 16 kv , 9mm = 20 kv, 12mm = 21,5 kv, jadi jika jarak spart gap mencapai jarak maksimum yaitu 50 mm maka kita akan mendapatkan tegangan tembus  $\geq 90.3$  kv

## 5.2. Saran - Saran

Berikut sarana kepada pihak yang terkait agar dapat diperhatikan:

1. Kepada pihak dilingkungan Politeknik Negeri Ujung Pandang, khususnya Jurusan Mesin Program Teknik Konversi Energy. Penulis mengharapkan pihak yang berkaitan dengan laboratorium Teknik Tegangan Tinggi untuk lebih memelihara serta meningkatkn pasilitas, khususnya yang mengenai **isolator** pada Laboratorium Tegangan Tinggi agar diadakan pembersihan yang secara berkala. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya arus bocor.
2. Untuk pihak PLN penulis menyarankan untuk melakukan pengecekan yang lebih dalam terhadap isolator yang digunakan jika kelayakan pakainya tidak lagi sesuai dengan standar baik dilakukan pergantian isolator sesuai dengan ketentuan pabrik agar penyaluran listrik dapat terjamin keamananya.
3. Sebaiknya isolator dipervariasikan disaat pemasangan dilapangan agar terjadi kesesuaian antara lingkungan dengan isolator.
4. Untuk pihak pabrik agar kiranya mengeluarkan dan meningkatkan dana CSRnya untuk masyarakat yang ingin melakukan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- A.Arismundar, 1993.*Teknik Tegangan Tinggi*. Jakarta : Pratnya Paramita.
- A.Arismundar, 1982.*Teknik Tegangan Tinggi Suplemen*. Bandung.
- L.Tobing Bonggas. Ir, 2006. *Hubungan Profil Isolator dengan Tingkat Intensitas Polusi di Suatu Kawasan*. Jurusan Teknik Elektro Universitas Sumatra Utara.
- Mardiani, Sriwahyuni Dan Sitti, Nurhayati. 1997. *Pengujian Berbagai Jenis Isolator Tegangan Tinggi di Laboratorium Tegangan Politeknik Unhas*. Makassar : Proyek Akhir (PA). Politeknik Negeri Ujung Pandang. Jurusan Teknik Mesin. Program Studi Teknik Konversi Energi.
- Nauwir, Herman, 2004. *Unjuk Kerja Isolator 20 kV Akibat Pengaruh Polutan Tak Larut pada Gardu Distribusi PT. Semen Tonasa II*. Tesis. Politeknik Negeri Ujung Pandang Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Konversi Energi.
- Sam Rismanto, Syamsul Alam. 2004. *Pengaruh Polutan Terhadap Unjuk Kerja Isolator 20 kV pada Gardu Induk Semen Tonasa : Proyek Akhir (PA)*. Politeknik Negeri Ujung Pandang Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Konversi Energi.
- Surwano, Hery Darmawan. 2006. *Studi Bentuk Gelombang Arus Bocor Pada Isolator Keramik POS-PIN 20 kV dalam Berbagai Kondisi Lingkungan*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.

# **LAMPIRAN A**

## ***(Tabel Hasil Pengamatan)***

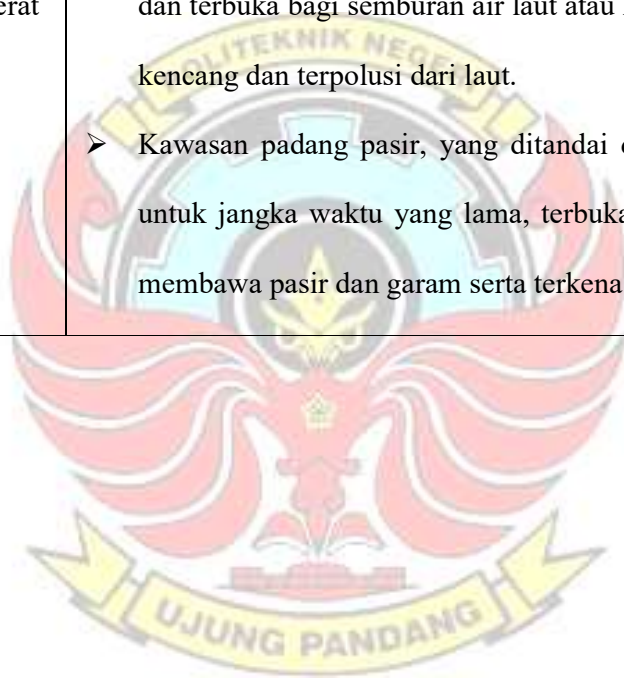




Lampiran Tabel 1. Pembagian Tingkat Polusi

Tingkat Polusi	Contoh Ciri Lingkungan yang Khas
1. Ringan	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kawasan tanpa industry dan dengan kepadatan rumah yang rendah yang dilengkapi sarana pembakaran.</li> <li>➤ Kawasan dengan keadatan industry yang rendah tetapi sering terkena angin atau hujan.</li> <li>➤ Kawasan pertanian.</li> <li>➤ Kawasa pegunungan.</li> </ul> <p>Semua kawaasan ini harus terletak paling sedikit 10 Km sampai 20 Km dari laut dan bukan kawasan terbuka bagi hembusan angin langsung dari laut.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kawasan dengan industry yang tidak secara khusus menghasilkan asap polusi dan atau dengan kepaqda rumah yang sedang dilengkapi sarana pembakaran.</li> </ul>
2. Sedang	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kawasan dengan kepadatan rumah yang tinggi dan atau kepadatan industry yang tinggi, tetapi sering terkena angin dan atau hujan.</li> <li>➤ Kawasan terbuka bagi ingin dari laut tetapi tidak terlalu dekat dengan pantai (paling sedikit berjarak beberapa kilometer).</li> </ul>
3. Berat	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kawasan dengan kepada industry yang tinggi dan pinggiran rumah kota besar dengan kepadatan sarana pembakaran tinggi yang menghasilkan polusi.</li> <li>➤ Kawasan dekat laut atau pada setiap keadaan terbuka bagi hembusan</li> </ul>

	ingin yang kencang dari laut.
4. Sangat berat	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kawasan yang umumnya cukup luas, terkena debu konduktif dan asap industry yang khususnya menghasilkan endapan konduktif yang tebal.</li> <li>➤ Kawasan yang umumnya cukup luas dan sangat dekat degan pantai dan terbuka bagi semburan air laut atau hembusan angin yang sangat kencang dan terpolusi dari laut.</li> <li>➤ Kawasan padang pasir, yang ditandai dengan tidak adanya hujan untuk jangka waktu yang lama, terbuka untuk angin kencang yang membawa pasir dan garam serta terkena kondensasi yang tetap.</li> </ul>



Lampiran Tabel 2. Data hasil pengujian untuk jenis Isolator Line Post pada kondisi bersih kering

No	Tegangan Tembus (VBD) (KV)		Tegangan Impuls (Vimp) (V)		Arus Bocor (mA)		Jarak Spart Gap (SP)
	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Jarak (mm)
1	10	11.3	14700	14896	4	3.9	5
	12		14994		3.8		
	12		14994		3.8		
2	18	18.7	24990	24990	6.8	6.3	10
	19		24990		6.4		
	19		24990		6.4		
3	20	20	24100	28613.33	7	7.4	11
	20		30870		8.2		
	20		30870		7		
4	22	24	24400	28713.33	8.4	8.3	12
	25		30870		8.2		
	25		30870		8.2		

Lampiran Tabel 3. Data hasil pengujian untuk jenis Isolator Line Post pada kondisi bersih basah.

No	Tegangan Tembus (VBD) (KV)		Tegangan Impuls (Vimp) (V)		Arus Bocor (mm)		Jarak Spart Gap (SP)
	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Jarak (mm)
1	10	9	8820	9800	3	3	3
	8		10290		3		
	9		10290		3		
2	8	10	16170	16170	4	4	6
	12		16170		4		
	10		16170		4		
3	16	17	22050	21560	5	5.7	9
	18		22050		5		
	17		20580		7		
4	22	21	26460	27933	7	7	12
	20		29400		7		
	21		27939		7		

Lampiran Tabel 4. Data hasil pengujian untuk jenis Isolator Line Post 60 KV pada kondisi terpolusi kering.

No	Tegangan Tembus (VBD) (KV)		Tegangan Impuls (Vimp) (V)		Arus Bocor (mm)		Jarak Spart Gap (SP)
	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Jarak (mm)
1	8	9.3	10290	10290	2.2	2.2	3
	10		10290		2.2		
	10		10290		2.2		
2	16	16	22050	19600	3.2	3.3	6
	16		18375		3.4		
	16		18375		3.4		
3	20	20	23520	23520	4.6	4.6	9
	20		23520		4.6		
	20		23520		4.6		
4	20	21.3	29400	28910	6.4	6.1	12
	22		27930		6.0		
	22		29400		6.0		

Lampiran Tabel 5. Data hasil pengujian untuk jenis Isolator Line Post 60KV pada kondisi terpolusi basah (Leb. Tegangan Tinggi).

No	Tegangan Tembus (VBD) (KV)		Tegangan Impuls (Vimp) (V)		Arus Bocor (mm)		Jarak Spart Gap (SP)
	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Jarak (mm)
1	4	6.7	19400	19400	2.4	2.3	3
	8		19400		2.2		
	8		19400		2.2		
2	10	11.3	22050	20090	3.2	3.3	6
	12		19110		3.4		
	12		19110		3.4		
3	18	18	24990	30870	4.8	4.7	9
	18		44100		4.6		
	18		23520		4.6		
4	20	24	32340	33320	7	7.1	12
	26		33810		7.2		
	26		33810		7		

Lampiran Tabel 6. Data hasil pengujian untuk jenis Isolator Line Post pada kondisi terpolusi kering (kaolin).

No	Tegangan Tembus (VBD) (KV)		Tegangan Impuls (Vimp) (V)		Arus Bocor (mm)		Jarak Spart Gap (SP)
	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Jarak (mm)
1	6	6	8085	8575	2.2	2.2	3
	6		8820		2.2		
	6		8020		2.2		
2	10	12.7	19110	19600	3.6	3.7	6
	14		19845		3.8		
	14		19845		3.8		
3	18	19.3	24255	24911	4.6	4.7	9
	20		24255		4.8		
	20		24255		4.8		
4	24	24	35280	35280	6.6	6.6	12
	24		35280		6.6		
	24		35280		6.6		

Lampiran Tabel 7. Data hasil pengujian untuk jenis Isolator Line Post 60 KV pada kondisi terpolusi basah (kaolin).

No	Tegangan Tembus (VBD) (KV)		Tegangan Impuls (Vimp) (V)		Arus Bocor (mm)		Jarak Spart Gap (SP)
	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Jarak (mm)
1	10	10	11760	11760	2.4	2.4	3
	10		11760		2.4		
	10		11760		2.4		
2	14	15.3	22050	15190	4	4.1	6
	16		11760		4.2		
	16		11760		4.2		
3	18	18	25725	25725	5	5	9
	18		25725		5		
	18		25725		5		
4	26	26	32340	32340	7	7.1	12
	26		32340		7.2		
	26		32340		7		



Lampiran Tabel 8. Data hasil pengujian untuk jenis Isolator Line Post 60 KV pada kondisi terpolusi basah (Rumah Tangga).

No	Tegangan Tembus (VBD) (KV)		Tegangan Impuls (Vimp) (V)		Arus Bocor (mm)		Jarak Spart Gap (SP)
	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Jarak (mm)
1	8	8	11025	11025	2.6	2.5	3
	8		11025		2.4		
	8		11025		2.4		
2	16	16	20580	20580	4	4	6
	16		20580		4		
	16		20580		4		
3	18	18	24255	24745	4.4	4.5	9
	18		24990		4.6		
	18		24990		4.6		
4	26	26	20870	30870	6.4	6.5	12
	26		30870		6.6		
	26		30870		6.6		

Lampiran Tabel 9. Data hasil pengujian untuk jenis Isolator Line Post 60KV pada kondisi terpolusi kering (Rumah Tangga).

No	Tegangan Tembus (VBD) (KV)		Tegangan Impuls (Vimp) (V)		Arus Bocor (mm)		Jarak Spart Gap (SP)
	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Data Awal	Data Rata-rata	Jarak (mm)
1	7	7.6	11025	11025	2.4	2.5	3
	8		11025		2.6		
	8		11025		2.5		
2	14	14.6	19110	19110	3.6	3.6	6
	16		19110		3.6		
	14		19110		3.6		
3	20	20.3	25725	24255	4.8	4.8	9
	20		23520		4.9		
	21		23520		4.9		
4	28	26.6	32340	32340	6.4	6.5	12
	26		32340		6.6		
	26		32340		6.6		

***LAMPIRAN B***  
***(Foto-foto Kegiatan)***





Foto 1. Alat dan Bahan Poutan



Foto 2. Isolator Keramik *Line Post* 60 KV (Terpolusi)



Foto 3. Panel Kontrol untuk pengujian Isolator pada Laboratorium Tegangan Tinggi Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.



Foto 4. Rangkaian Tegangan Tinggi Untuk Pegujian Isolator Keramik 60 KV Pada Leboratorium Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.



Foto 5. Proses Pengambilan Data Polutan Pada Laboratorium Tegangan Tinggi Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

