

**PENGARUH PENGGARAMAN TERHADAP ISOLATOR OLEH
POLUTAN AIR LAUT PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 20
KV DENGAN MENGGUNAKAN METODE *EQUIVALENT
SALT DEPOSIT DENSITY***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro



Oleh:
Samsul Huda
1601096

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2021**

**PENGARUH PENGGARAMAN TERHADAP ISOLATOR OLEH
POLUTAN AIR LAUT PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 20
KV DENGAN MENGGUNAKAN METODE *EQUIVALENT
SALT DEPOSIT DENSITY***

Oleh
Samsul Huda

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Pendidikan
Teknologi dan Kejuruan

© Samsul Huda 2021
Universitas Pendidikan Indonesia
April 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, di *fotocopy*, atau cara lainnya tanpa ijin dari

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

SAMSUL HUDA

E. 5051.1601096

PENGARUH PENGGARAMAN TERHADAP ISOLATOR OLEH POLUTAN AIR LAUT PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 20 KV DENGAN MENGGUNAKAN METODE *EQUIVALENT SALT DEPOSIT DENSITY*

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Ree 22/21
09

Dr. Tasma Sucita, ST., MT.
NIP. 19641007 199101 1 001

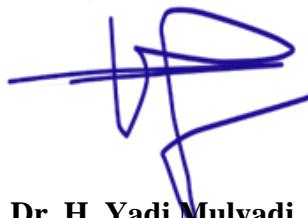
Pembimbing II



Drs. H. Yadi Mulyadi, MT.
NIP. 19630727 199302 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.
NIP. 19630727 199302 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul "**Pengaruh Penggaraman Terhadap Isolator Oleh Polutan Air Laut Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 KV Dengan Menggunakan Metode Equivalent Salt Deposit Density (ESDD)**" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bungbulang, April 2021

Yang Menyatakan,



Samsul Huda

NIM. 1601096

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pengaruh Penggaraman Terhadap Isolator Oleh Polutan Air Laut Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 KV Dengan Menggunakan Metode *Equivalent Salt Deposit Density* (ESDD)”. Skripsi ini disusun merupakan bagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Departemen Pendidikan Teknik Elektro Program Studi S1 Teknik Elektro.

Penulis menyadari banyak pihak yang telah ikut berperan serta membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini. Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak yang sudah memberikan pengarhan, dukungan dan bantuan baik moril maupun materil. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Adam Bahtiar dan Ibu Siti Hapsoh selaku orang tua dari penulis yang selalu memenuhi kewajibannya sebagai orang tua dan selalu mendoakan dalam setiap keberhasilan yang dicapai.
2. Bapak Dr. Tasma Sucita, ST., MT. selaku dosen pembimbing I selama penyusunan tugas akhir telah banyak memberikan keleluasaan waktu, ilmu, dukungan, dan bimbingan serta nasihat terbaiknya secara sabar kepada penulis.
3. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro sekaligus dosen pembimbing II yang telah bersedia memberikan keluasan waktu, ilmu dan wawasan dalam membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini.
4. Seluruh staff dosen dan administrasi Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikannya.
5. Farhan, Khasnud, Ilan, Rimba dan Senja selaku sahabat dari kampung halaman yang tinggal 1 (satu) kontrakan selama menempuh pendidikan di DPTE FPTK UPI.
6. Qinuy, Dhani, Firyal, Dante, Egin, Fariz, Bem, Jus, Novan, Gani dan Sampurna yang telah memberikan waktu lebihnya untuk meneman penulis

- dalam menjalani kehidupan kampus yang penuh lika-liku. Terima kasih atas segalanya.
7. Teman-teman angkatan 2016 Prodi S1 Teknik Elektro yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih telah memberikan warna kehidupan selama kehidupan dikampus. selalu memberikan semangat dan motivasi bagi penulis dalam menjalankannya.
 8. Teman-teman Angkatan 2016 Departemen Pendidikan Teknik Elektro yang menemani penulis menjalani dunia perkuliahan selama ini. Terima kasih atas kebersamaan, bantuan dan pengalamannya.
 9. HME FPTK UPI yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk berkembang dan membentuk pribadi menjadi lebih baik dari sebelumnya. Terima kasih banyak untuk pengalaman, ilmu, drama, dan kekeluargaan yang tidak pernah penulis dapatkan di ruang kelas.
 10. Keluarga TEUAS selaku keluarga besar Teknik Elektro yang telah memberikan banyak ilmu dan pembelajaran, pengalaman, kekeluargaan, dan cerita yang tidak pernah didapatkan di perkuliahan.
 11. PT. PLN ULP Pameungpeuk khususnya Mas Eki Darmawan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengambil data dan menerima saran terbaik dalam penyusunan Skripsi.
 12. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini masih dirasa banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun, penulis harapkan demi pengembangan penelitian yang lebih lanjut. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak terkhusus untuk bidang ilmu pengetahuan terkait.

Bungbulang, April 2021

Penulis

iv

Samsul Huda, 2021

**PENGARUH PENGGARAMAN TERHADAP ISOLATOR OLEH POLUTAN AIR LAUT PADA JARINGAN
TEGANGAN MENENGAH 20 KV DENGAN MENGGUNAKAN METODE EQUIVALENT**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan yang secara letak geografis memiliki luas lautan dua pertiga dari luas daratannya. Melimpahnya sumber daya laut berupa garam yang dimiliki Indonesia, ternyata memiliki dampak yang dinilai kurang baik terhadap jaringan tenaga listrik yang berada di sekitar pesisir pantai. Salah satu komponen utama pada jaringan tenaga listrik yang terdampak tersebut adalah isolator. Isolator merupakan suatu instrument dari Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20 KV. Isolator ini berfungsi sebagai alat isolasi antara konduktor dengan tiang. Bahan isolator yang sering digunakan pada JTM 20 KV yaitu bahan keramik, gelas dan polimer. Selain daripada bahan yang digunakan, isolator juga memiliki beberapa jenis, diantaranya yaitu isolator *line post*, *post pin* dan piring. Kegagalan isolator dalam menjalankan fungsinya bisa saja terjadi yang disebabkan oleh faktor internal maupun faktor eksternal (lingkungan). Faktor lingkungan yang dapat menyebabkan kegagalan isolator yaitu adanya peristiwa *partial discharge* yang diakibatkan oleh polutan garam yang menempel pada permukaan isolator.

Penelitian yang dilakukan pada JTM 20 KV di PLN rayon Pameungpeuk terkait adanya kegagalan isolator dalam menjalankan fungsinya. Polutan garam laut yang menempel pada permukaan isolator kemudian membentuk suatu lapisan sehingga terjadinya peristiwa *partial discharge* pada permukaan isolator. Dampak yang terjadi akibat peristiwa tersebut menyebabkan kebocoran arus (*leakage current*), rata-rata sebesar 14.2738 mA. Hal terburuk akibat adanya penggaraman pada permukaan isolator ini, ialah terjadinya *short circuit* fasa ke tanah (*flashover*).

Polutan garam yang ada di wilayah tersebut dilihat dari nilai ESDD, dengan rata-rata 0.0425 mg/cm². Berdasarkan Standar IEC No. 815 tahun 1994 kondisi tersebut masuk kedalam kategori ringan antara 0.03 - 0.06 mg/cm. Dengan demikian, pencucian isolator secara berkala dapat dijadikan tindakan pencegahan untuk mengurangi terjadinya penggaraman pada permukaan isolator yang menyebabkan kebocoran arus.

Kata Kunci: *Isolator, ESDD, partial discharge, flashover, leakage current*

ABSTRACT

The insulator is an instrument of the 20 kV Medium Voltage Network (JTM). This insulator serves as an insulating device between the conductor and the pole. The insulating materials that are often used in the 20 kV JTM are ceramic, glass and polymer materials. Apart from the materials used, insulators also have several types, including line post insulators, post pin and plates. Insulator failure in carrying out its function may occur due to internal factors or external (environmental) factors. Environmental factors that can cause insulator failure are partial discharge caused by sea salt pollutants adhering on the insulator surface.

Research conducted on JTM 20 kV at State Electricity Enterprise of Pameungpeuk area related to the failure of the insulator in carrying out its function. Sea salt pollutants that stick on the surface of the insulator then form a layer, so that a partial discharge occurs on the insulator surface. The impact that occurs as a result of these problems causes leakage current, an average of 14.2738 mA. The worst thing due to the salting on the surface of this insulator is the occurrence of a phase short circuit to the ground (flashover).

The sea salt pollutants that exist in the area are seen from the ESDD value, with an average of 0.0425 mg / cm². Based on IEC Standard No. 815 in 1994, this condition falls into the mild category between 0.03 - 0.06 mg / cm. Thus, cleaning up the isolator periodically can be used as a precautionary measure to reduce the occurrence of salting on the surface of the insulator which causes current leakage.

Keywords: Insulator, ESDD, partial discharge, flashover, leakage current

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 One Line Diagram Sistem Tenaga Listrik..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.2 Kontruksi Saluran Udara Tegangan Menengah**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.3 Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.4 Saluran Kabel Tegangan Menengah ..**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.5 Isolator Bahan Keramik**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.6 Isolator Bahan Gelas**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.7 Isolator Bahan Polimer.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.8 Isolator Tipe Line Post**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.9 Isolator Tipe Pin Post**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.10 Isolotor Tipe Pin.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.11 Kegagalan Isolator (Breakdown & Flashover)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.12 Pembentukan Sudut Kontak**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.13 Peluahan Rongga.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.14 Peluahan Permukaan**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.15 Mekanisme Terjadinya Lewat Denyar (flashover)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.2 Lokasi PLN Rayon Pameungpeuk**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.3 Data Spesifikasi Isolator Tipe Pin Post **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.4 Kontruksi Isolator.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.5 Diagram Alir Pengolahan Data**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.1 Loncatan Bunga Api Pada Isolator 20 KV **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.2 Sampel Isolator Yang Terkontaminasi Polutan Garam**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 Air Destilasi Merk Aquadm**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4 Pencucian Isolator**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5 Pengukuran Konduktivitas Listrik Larutan Pencuci**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.6 Perbandingan Konduktivitas terhadap Salinitas Garam.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.7 Perbandingan Salinitas Garam Terhadap Nilai ESDD.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.8 Perbandingan Nilai ESDD Terhadap Arus Bocor...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.9 Kristalisasi Garam Pada Permukaan Isolator ... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.10 Kontruksi Isolator Yang Berkarat**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Isolator JTM 20 KV	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.2 Tingkat polusi berdasarkan kondisi lingkungan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.1 Faktor Koreksi Temperatur	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.2 Klasifikasi Tingkat Polutan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.3 Arus Bocor Berdasarkan Nilai ESDD....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1 Nilai Konduktivitas Larutan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 Konduktivitas Pada Suhu Larutan 20 °C	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3 Nilai Salinitas Garam	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4 Nilai ESDD (Equivalent Salt Deposit Density)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.5 Nilai Arus Bocor	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.6 Sistematika Penulisan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II KAJIAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20 KV.	Error! Bookmark not defined.
2.2 Isolator.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Karakteristik Isolator.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Karakteristik Elektrik	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Karakteristik mekanis isolator.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Bahan Dielektrik Isolator	Error! Bookmark not defined.
2.4.1 Keramik.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.2 Gelas.....	Error! Bookmark not defined.

x

Samsul Huda, 2021

PENGARUH PENGGARAMAN TERHADAP ISOLATOR OLEH POLUTAN AIR LAUT PADA JARINGAN
TEGANGAN MENENGAH 20 KV DENGAN MENGGUNAKAN METODE EQUIVALENT
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

2.4.3	Polimer	Error! Bookmark not defined.
2.5	Jenis-jenis Isolator	Error! Bookmark not defined.
2.5.1	Isolator <i>Line Post</i>	Error! Bookmark not defined.
2.5.2	Isolator <i>Pin Post</i>	Error! Bookmark not defined.
2.5.3	Isolator Piring.....	Error! Bookmark not defined.
2.6	Kegagalan Isolator.....	Error! Bookmark not defined.
2.7	Pembentukan Sudut Kontak	Error! Bookmark not defined.
2.8	Klasifikasi Tingkat Polutan	Error! Bookmark not defined.
2.9	Pembentukan Lapisan Polutan pada Isolator.....	Error! Bookmark not defined.
2.10	Peluahan Sebagian (<i>Partial Discharge</i>) ..	Error! Bookmark not defined.
2.10.1	Peluahan Rongga (<i>Void Discharge</i>).Error!	Bookmark not defined.
2.10.2	Peluahan Permukaan	Error! Bookmark not defined.
2.11	Lewat Denyar (<i>Flashover</i>)	Error! Bookmark not defined.
2.12	Arus Bocor (<i>leakage current</i>).....	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN.....		Error! Bookmark not defined.
3.1	Alur Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.2	Objek dan Lokasi Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3	Metode Pengumpulan Data	Error! Bookmark not defined.
3.4	Data-data Penunjang Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	Spesifikasi Isolator	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Kontruksi Isolator	Error! Bookmark not defined.
3.4.3	Pemilihan Sudut Kontak	Error! Bookmark not defined.
3.5	Metode Pengolahan Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.1	Pengambilan Sampel Isolator.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.2	Isolator.....	Error! Bookmark not defined.

3.5.3 Perhitungan Nilai ESDD**Error! Bookmark not defined.**

3.5.4 Mencari Nilai Arus Bocor (*leakage current*) **Error! Bookmark not defined.**

BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN**Error! Bookmark not defined.**

4.1 Temuan Penelitian**Error! Bookmark not defined.**

4.1.1 Pelepasan Isolator Dari Jaringan Tgangan Menengah 20 KV **Error! Bookmark not defined.**

4.1.2 Pengukuran Konduktivitas Polutan Garam Pada Isolator.....**Error! Bookmark not defined.**

4.1.3 Konduktivitas listrik Pada Suhu Larutan 20 °C. **Error! Bookmark not defined.**

4.1.4 Salinitas Garam Pada Larutan Pencuci Isolator. **Error! Bookmark not defined.**

4.1.5 Perhitungan Nilai ESDD (*Equivalent Salt Deposit Density*)..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1.6 Nilai Arus Bocor Pada Isolator**Error! Bookmark not defined.**

4.2 Pembahasan**Error! Bookmark not defined.**

4.2.1 Tingkat Penggaraman Pada Isolator**Error! Bookmark not defined.**

4.2.2 Kebocoran Arus (*leakage current*) Pada Permukaan Isolator **Error! Bookmark not defined.**

4.2.3 Tindakan Pencegahan Terbentuknya Lapisan Garam Pada permukaan isolator **Error! Bookmark not defined.**

BAB V SIMPULAN IMPLIKASI DAN REKOMENDASI**Error! Bookmark not defined.**

5.1 Simpulan.....**Error! Bookmark not defined.**

5.2 Implikasi.....**Error! Bookmark not defined.**

5.3 Rekomendasi**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKAError! Bookmark not defined.

LAMPIRANError! Bookmark not defined.