

**ANALISIS PERBANDINGAN DISTRIBUSI MEDAN LISTRIK
PADA ISOLATOR BERBAHAN KACA DAN KERAMIK
MENGUNAKAN FINITE ELEMENT METHOD (FEM)**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Malang Sebagai Persyaratan Untuk

Mendapatkan Gelar Sarjana (S-1) Teknik



Oleh:

Belaryno Gilang Ginantaka

201710130311092

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

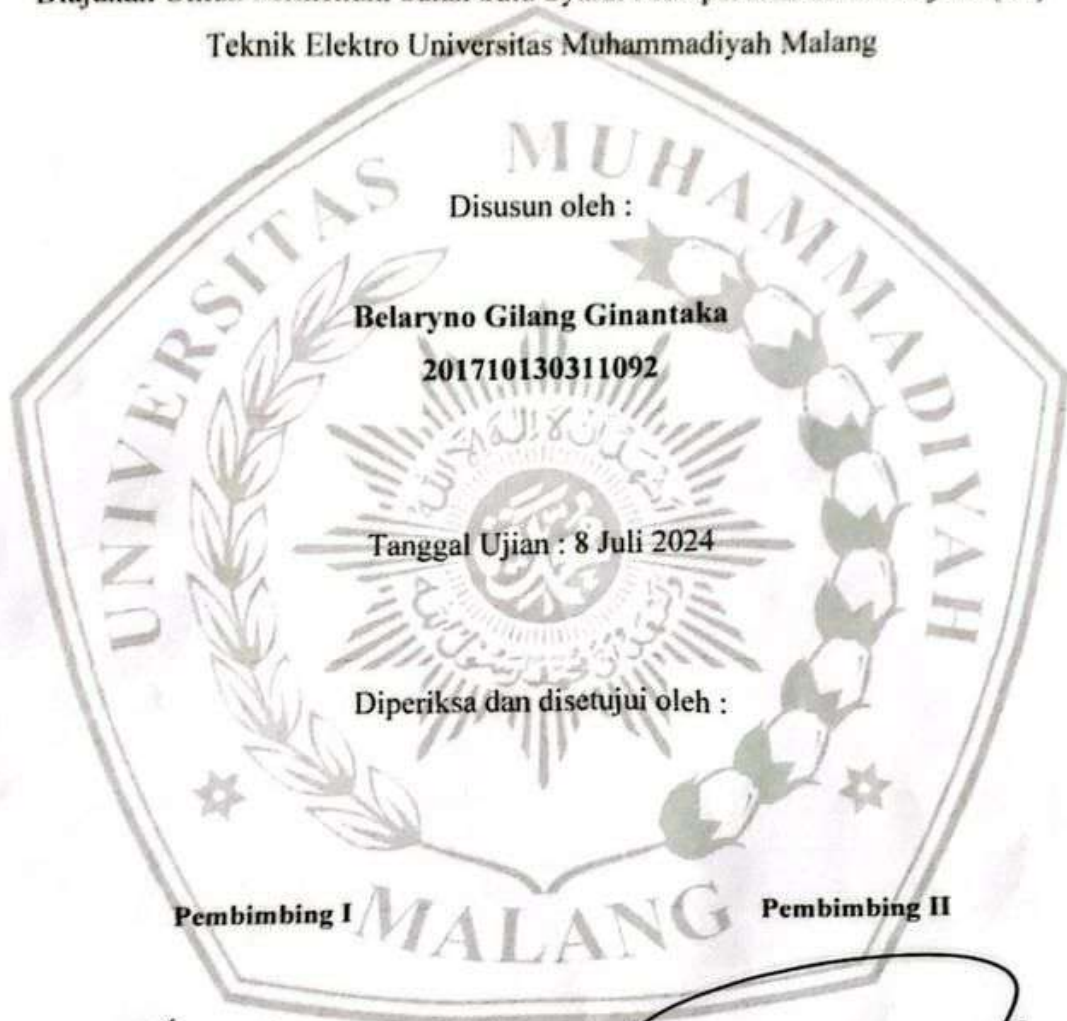
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PERBANDINGAN DISTRIBUSI MEDAN LISTRIK PADA ISOLATOR BERBAHAN KACA DAN KERAMIK MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT METHOD (FEM)

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang



Disusun oleh :

Belaryno Gilang Ginantaka
201710130311092

Tanggal Ujian : 8 Juli 2024

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Diding Suhardi, M.T.

NIDN: 0706066501

Dr. Macmud Effendy, S.T., M.Eng.

NIDN: 0715067402

LEMBAR PENGESAHAN


ANALISIS PERBANDINGAN DISTRIBUSI MEDAN
LISTRIK PADA ISOLATOR BERBAHAN KACA DAN
KERAMIK MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT
METHOD (FEM)

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

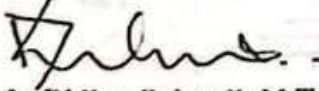
Disusun oleh :
Belaryno Gilang Ginantaka
201710130311092

Tanggal Ujian : 8 Juni 2024
Periode Wisuda : IV


Disetujui Oleh:


Dr. Maehmud F. Hendy, S.T., M.Eng.
NIDN: 0715067402

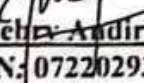
(Pembimbing I)


Ir Diding Suhardi, M.T.
NIDN: 0706066501

(Pembimbing II)


Dr. Budhi Privanob, M.Si.
NIDN: 0026106701

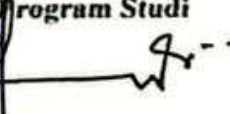
(Penguji I)


La Febry Andira Rose Cynthia, S.T., M.T.
NIDN: 0722029302

(Penguji II)

Mengetahui




Khusnul Hidayat, S.T., M.T.
NIDN: 0723108202

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Belaryno Gilang Ginantaka
Tempat Tanggal Lahir : Mojokerto, 29 Juli 1999
NIM : 201710130311092
Fakultas / Jurusan : Fakultas Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul "**ANALISIS PERBANDINGAN DISTRIBUSI MEDAN LISTRIK PADA ISOLATOR BERBAHAN KACA DAN KERAMIK MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT METHOD (FEM)**" beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan merupakan karya tulis orang lain baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang,

Yang membuat pernyataan



Gilang Ginantaka

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Diding Suhardi, M.T.
NIDN: 0706066501

Dosen Pembimbing II

Dr. Machmud Effendy, S.T., M.Eng.
NIDN:0715067402

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua saya Ibu Ninis Tan Raguati dengan jasa yang tak terhingga, do'a dan dukungan saya dapat menyelesaikan perkuliahan.
2. Bapak Ir. Diding Suhardi, M.T. selaku dosen wali dan selama menjadi mahasiswa program studi teknik elektro UMM.
3. Bapak Ir. Diding Suhardi, M.T dan Bapak Dr. Machmud Effendy, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing saya dalam pengerjaan skripsi di program studi teknik elektro UMM.
4. Seluruh civitas akademika (dosen, asisten, dan karyawan) Universitas Muhammadiyah Malang yang telah membekali ilmu dan membantu penulis selama proses studi.
5. Ibu Ninis tan raguati, saudara Larensi mahliga mustika rani selaku keluarga yang selalu memberi do'a dan dukungan dalam menyelesaikan proses perkuliahan.
6. Bahrul Ulum Alhadad, Alfian izzul haqi, Muhammad nashi, Muhammad hadi asegef, Edo bagas budianto sahabat saya yang telah menemani dan berjuang bersama selama perkuliahan dan mengerjakan skripsi.
7. Muhammad Hadi Assegaf, Alfian Izzul Haqi, Muhammad Nashih, telah menemani dan berjuang bersama selama perkuliahan.
8. Seluruh teman-teman Program Studi Elektro angkatan 2017, telah menemani saya selama proses perkuliahan di kampus.
9. Semua teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis sampai selesai mengerjakan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan hidayahnya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul:

ANALISIS PERBANDINGAN DISTRIBUSI MEDAN LISTRIK PADA ISOLATOR BERBAHAN KACA DAN KERAMIK MENGUNAKAN FINITE ELEMENT METHOD (FEM)

Penulisan Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana di Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan ke depan.

Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat di masa sekarang dan masa mendatang. Sebagai manusia yang tidak luput dari kesalahan, maka penulis mohon maaf apabila ada kekeliruan baik yang sengaja maupun yang tidak sengaja.

Malang, 15 Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Distribusi Medan Listrik	5
2.2 Isolator Jaringan	6
2.3 Isolator Pasak	7
2.4 Bahan Isolator Pasak	8
2.5 Konstruksi Isolator Pasak	8
2.5.1 Isolator Keramik (Porselin).....	9
2.5.2 Isolator Kaca (Gelas).....	10
2.6 Pembentukan Sudut Kontak	11
2.7 Keretakan pada Permukaan Isolator	14
2.8 Metode Elemen Hingga (FEM).....	14

BAB III METODE PENGHITUNGAN MEDAN LISTRIK ISOLATOR PASAK	16
3.1 Obyek Penelitian	16
3.2 Metode Penelitian.....	17
3.3 Penghitungan Medan Listrik.....	18
3.4 Energi pada Medan Listrik.....	20
3.5 Penerapan Perhitungan Medan Listrik dengan Metode Elemen Hingga	20
3.6 Perhitungan Medan Listrik Pada Elemen Segitiga.....	21
3.7 Penyatuan Elemen Segitiga.....	23
3.8 Konstruksi dan Spesifikasi Isolator Pasak Bahan Keramik dan Kaca	25
3.9 Material Penyusun Isolator.....	26
3.10 Pemodelan Isolator Pasak kedalam Bentuk Elemen Segitiga	27
3.11 Simulasi Pengaruh Kontaminan Air pada Permukaan	27
3.12 Simulasi Pengaruh Retak pada Permukaan Isolator	30
BAB IV HASIL SIMULASI DAN ANALISIS DATA	31
4.1 Tegangan Kerja Isolator	31
4.2 Arah Distribusi Medan Listrik Isolator Pasak.....	32
4.3 Perbandingan Medan Listrik pada Isolator Keramik dan Kaca	33
4.4 Perbandingan Medan listrik pada Badan Isolator Pasak berbahan Keramik dan Kaca.....	34
4.4.1 Medan listrik pada Badan Isolator Pasak berbahan keramik	34
4.4.2 Medan listrik pada Badan Isolator pasak berbahan kaca	35
4.4.3 Perbandingan Medan Listrik Pada Badan Isolator Berbahan Keramik dan Kaca.....	36
4.5 Perbandingan Medan Listrik pada Sirip Pertama Isolator Pasak Berbahan Keramik dan Kaca	36
4.5.1 Medan Listrik pada Sirip Pertama Isolator Pasak Berbahan Keramik.....	37
4.5.2 Medan Listrik pada Sirip Pertama Isolator Pasak Berbahan Kaca	38
4.5.3 Perbandingan Medan Listrik Pada Sirip Pertama	39
4.6 Pengaruh Kontaminan Air Terhadap Medan Listrik Pada Sirip Pertama Isolator Berbahan Keramik dan Kaca.....	40

4.6.1 Pengaruh Kontaminan Air I Terhadap Medan Listrik Pada Sirip Pertama Isolator Keramik	40
4.6.2 Pengaruh Kontaminan Air I Terhadap Medan Listrik Pada Sirip Pertama Isolator Kaca.....	42
4.6.3 Perbandingan Pengaruh Kontaminan Air I Terhadap Medan Listrik Pada Sirip Pertama Isolator Keramik dan Kaca.....	44
4.6.4 Pengaruh Kontaminan Air II Terhadap Medan Listrik Pada Sirip Pertama Isolator Keramik	45
4.6.5 Pengaruh Kontaminan Air II Terhadap Medan Listrik Pada Sirip Pertama Isolator Kaca.....	47
4.6.6 Perbandingan Pengaruh Kontaminan Air II Terhadap Medan Listrik Pada Sirip Pertama Isolator Keramik dan Kaca.....	49
4.6.7 Pengaruh Kontaminan Air III Terhadap Medan Listrik Pada Sirip Pertama Isolator Keramik	50
4.6.8 Pengaruh Kontaminan Air III Terhadap Medan Listrik Pada Sirip Pertama Isolator Kaca.....	52
4.6.9 Perbandingan Pengaruh Kontaminan Air III Terhadap Medan Listrik Pada Sirip Pertama Isolator Keramik dan Kaca	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem distribusi tenaga listrik sederhana	6
Gambar 2. 2 (a) Isolator Pos, (b) Isolator Pasak, (c) Isolator Gantung dan (d) Isolator Cincin.....	7
Gambar 2. 3 Konstruksi Isolator Pasak (pin type insulator)	9
Gambar 2. 4 Pembentukan sudut kotak pada permukaan Isolator	11
Gambar 2. 5 Penelitian distribusi medan listrik oleh (Othman, 2013).....	12
Gambar 2. 6 Penelitian distribusi medan listrik oleh Kontargyri et al. (2014)	13
Gambar 3. 1 (a) Geometri isolator pasak yang digunakan dalam penelitian (b) <i>Flowchart</i> simulasi menggunakan CST Studio.....	16
Gambar 3. 2 Isolator pasak bahan keramik (a), isolator pasak bahan kaca (b).....	17
Gambar 3. 3 Medan listrik yang timbul dari titik satu ke titik lainnya	19
Gambar 3. 4 Pemodelan bentuk elemen segitiga	22
Gambar 3. 5 Penggabungan dua elemen segitiga	23
Gambar 3. 6 Kontruksi isolator pasak ALP-33-920 dengan rating 33kV.....	25
Gambar 3. 7 Pemodelan elemen segitiga pada isolator pasak	27
Gambar 3. 8 Pemodelan sudut kontak 90° pada isolator pasak (a), sudut kontak 28°	
Gambar 3. 9 Pengaruh sudut kontak dan nilai epsilon.....	29
Gambar 3. 10 Pemodelan keretakan pada permukaan isolator pasak	30
Gambar 4. 1 Kontur Isolator Saat dialiri Listrik ²	31
Gambar 4. 2 Arah distribusi medan listrik pada isolator pasak	32
Gambar 4. 3 Kontur distribusi medan listrik pada isolator	32
Gambar 4. 4 Perbandingan medan listrik isolator keramik (a) dan kaca (b).....	33
Gambar 4. 5 Kurva nilai medan listrik pada badan isolator berbahan keramik.....	34
Gambar 4. 6 Kurva nilai medan listrik pada badan isolator berbahan kaca.....	35
Gambar 4. 7 Kurva perbandingan nilai medan listrik pada badan isolator berbahan keramik dan kaca.....	36
Gambar 4. 8 Kurva nilai medan listrik pada sirip pertama isolator berbahan keramik.....	37
Gambar 4. 9 Kurva nilai medan listrik pada sirip pertama isolator berbahan kaca	38

Gambar 4. 10 Kurva perbandingan nilai medan listrik pada sirip pertama isolator berbahan keramik dan kaca.....	39
Gambar 4. 11 Kurva nilai medan listrik pada sirip isolator keramik dengan kontaminan I.....	41
Gambar 4. 12 Kurva nilai medan listrik pada sirip isolator kaca dengan kontaminan I.....	43
Gambar 4. 13 Kurva perbandingan nilai medan listrik pada sirip isolator keramik dan kaca dengan kontaminan I.....	45
Gambar 4. 14 Kurva nilai medan listrik pada sirip isolator keramik dengan kontaminan II.....	46
Gambar 4. 15 Kurva nilai medan listrik pada sirip isolator kaca dengan kontaminan II.....	48
Gambar 4. 16 Kurva perbandingan nilai medan listrik pada sirip isolator keramik dan kaca dengan kontaminan II.....	50
Gambar 4. 17 Kurva nilai medan listrik pada sirip isolator keramik dengan kontaminan III.....	51
Gambar 4. 18 Kurva nilai medan listrik pada sirip isolator kaca dengan kontaminan III.....	53
Gambar 4. 19 Kurva perbandingan nilai medan listrik pada sirip isolator keramik dan kaca dengan kontaminan III.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi isolator type ALP-33-920.....	26
Tabel 3. 2 Data sheet material isolator.....	26



ABSTRAK

Salah satu peralatan utama yang berperan dalam sistem distribusi tenaga listrik pada jaringan sekunder serta saluran pelayanan ke rumah-rumah adalah isolator. Isolator adalah bahan yang tidak bisa atau sulit melakukan perpindahan muatan listrik. Karena itu isolator digunakan sebagai pembatas antara bagian yang bertegangan dan yang tidak bertegangan.

Pada penggunaan di lapangan, terdapat beragam kontaminan yang dapat mempengaruhi kemampuan dielektrik isolator apabila air atau debu tersebut menempel permukaannya. Isolator pasak (pin type insulator) adalah salah satu jenis isolator yang digunakan pada tiang lurus (tangent pole) dan tiang sudut (angle pole) untuk sudut 5° sampai 30° dengan tiang besi sebagai penyangga. Oleh sebab itu diperlukan analisa pengaruh kontaminan terhadap distribusi medan listrik di sebuah isolator. Pada tugas akhir ini akan dilakukan analisis perbandingan distribusi medan listrik pada isolator pasak (pin type insulator) yang berbahan kaca dan yang berbahan keramik. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan simulasi yang berbasis FEM (Finite Element Method). Serta membandingkan kondisi isolator dalam keadaan normal dan keadaan mendapat gangguan kontaminan air dan keretakan pada permukaan isolator.

KATA KUNCI

Isolator Pasak : medan listrik, FEM (Finite Element Method), kontaminan, kaca keramik, CST studio

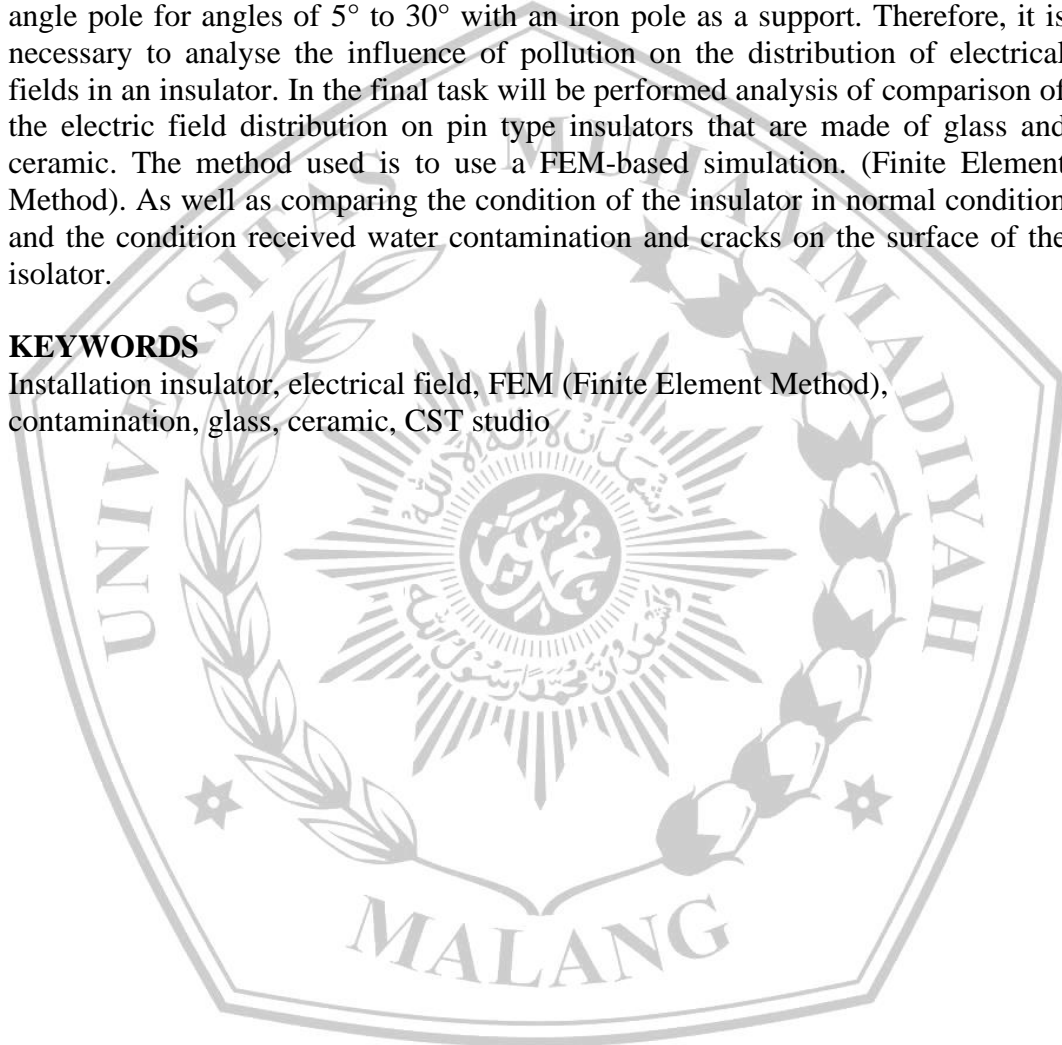
ABSTRACT

One of the main equipment that plays a role in the power distribution system on the secondary grid as well as the service channel to the houses is the insulator. Insulators are materials that cannot or are difficult to carry electrical charges. Therefore, insulators are used as boundaries between the tensioned and the non-tensioned parts.

In field use, there are a variety of contaminants that can affect the dielectric capacity of the insulator when the water or dust clings to the surface. A pin-type insulator is one of the types of insulators used on a tangent pole and an angle pole for angles of 5° to 30° with an iron pole as a support. Therefore, it is necessary to analyse the influence of pollution on the distribution of electrical fields in an insulator. In the final task will be performed analysis of comparison of the electric field distribution on pin type insulators that are made of glass and ceramic. The method used is to use a FEM-based simulation. (Finite Element Method). As well as comparing the condition of the insulator in normal condition and the condition received water contamination and cracks on the surface of the insulator.

KEYWORDS

Installation insulator, electrical field, FEM (Finite Element Method), contamination, glass, ceramic, CST studio



DAFTAR PUSTAKA

- A. Ashari, A. S. (2012). Analisa Pengaruh Kontaminan Pantai Terhadap Unjuk Kerja sampel Isolator Bahan Keramik Sebelum dan Sesudah Dilapisi Minyak Silikon. *ejournal UNDIP* , 14(4), 134-140.
- A. Rahimnejad, a. M. (2012). Optimal Corona Ring Selection for 230kV Ceramic I-string Insulator using 3D Simulation. *International Journal of Scientific & Engineering Research Vol.3* .
- Dwinugraha. A, I. N. (2017). Analisis Medan magnetik terhadap Operator yang Bekerja di Saluran Transmisi menggunakan 3D Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknologi ITS, vol.6, no.1* , 7-12.
- Handayani, O. D. (2019). Analisis Perbandingan Efisiensi Penyaluran Listrik Antara Penghantar ACSR dan ACCC pada Sistem Transmisi 150kV. *Energi & Kelistrikan* , 11 (1), 37-45.
- Kontangyri, V. T. (2014). Simulation of the electric field on high voltage insulators using the finite element method. *IEEE Conf. Electromagn.F.Comput* , 373.
- Kusumaningrum, A. (2017). Analisis Akselerasi Umur Isolator Polimer 20 KV Akibat Pengaruh Kontaminan Berdasarkan Pengukuran Arus Bocor.
- Marungsri, B. W. (2009). Analysis Of Electric Field And Potential Distributions along Surface of Silicone Rubber Insulators under Various Contaminantion Conditions Using Finite Element Method. *Eng. Techno Vol.3 no.5* , 1353-1363.
- Othman, N. M. (2013). Simulation of voltage and electric-field distribution for contaminated glass insulator. *IEEE Student Conf. Res. Dev. SCORED 2013* , 116-120.
- Saris, H. a. (2012). Simulasi Distribusi Tegangan dan Medan Listrik Pada Isolator Suspensi 20kV 3 Sirip Dengan 4 Tipe Ukuran Sirip . *vol.1* .
- Shiddiq, U. (2018). Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150kV Pada Gardu Induk Palur Gondangrejo.

Supriyono. (2005). Aplikasi metode Elemen Hingga Untuk Perhitungan Perambatan Panas Pada Kondisi Tunak. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi* .





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO & D3 TEKNIK ELEKTRONIKA
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144 Telp. 0341 - 464318 Ext. 129, Fax. 0341 - 460782

FORM CEK PLAGIASI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Belarino Gilang Gnanegara

NIM : 201710130311092

Judul TA :
Analisis Perbandingan Distribusi Medan Listrik

Pada Isolator Berbahan Kaca dan Keramik Menggunakan

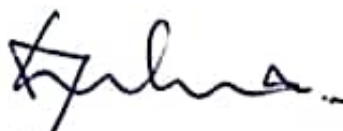
Finite Element Method (FEM)

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin


No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	9%
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	23%
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	23%
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	8%
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	5%
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	12%

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,


(.....)

Dosen Pembimbing II,


(.....)