

Analisis Persebaran Medan Listrik Pada Isolator Pin Dengan Tegangan 10 kV Sampai 20 kV

Fadhli Aulia Rachman^{1*}, Waluyo¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, Institut Nasional Bandung, Jl. PH.H. Mustofa No.23, Neglasari, Kec. Cibeunying Kaler, Kota Bandung
Email: fadhliularachman@gmail.com

Received 2023-08-21 | Revised 2023-08-28 | Accepted 2023-08-28

ABSTRAK

Dalam sistem tenaga listrik, isolator berfungsi untuk menginsulasi bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan/ground. Sifat dielektrik dari isolator akan menurun sehingga dapat menyebabkan distribusi medan listrik yang tidak merata. Pada penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai medan listrik dengan kondisi normal. Isolator tipe pin menggunakan software COMSOL Multiphysics yang berbasis Finite Element Method (FEM). Untuk nilai potensial listrik maksimumnya pada kondisi Normal bernilai 16,33 kV dan untuk nilai potensial listrik minimumnya pada kondisi Normal bernilai 8,2 kV dan untuk nilai medan listrik pada kondisi Normal maksimumnya 49,27 kV/cm dan untuk nilai medan listrik pada kondisi Normal minimumnya 13,688 kV/cm. Pada penelitian ini, isolator dinyatakan mengalami corona ketika besar distribusi medan listrik melebihi gradien tegangan tembus udara sebesar 30 kV/cm. Sedangkan, pada kondisi dilapangan timbulnya corona dapat diidentifikasi dari adanya suara desing maupun cahaya ungu pada isolator. Dalam jangka panjang, corona dapat menyebabkan berkurangnya masa pemakaian isolator tersebut.

Kata kunci: Isolator, Medan Listrik, Kondisi Normal, corona, potensial listrik

ABSTRACT

In an electrical system, an insulator used to isolate live parts from unenergized/earthed parts. The dielectric properties of the insulator are reduced, which can cause an uneven distribution of the electric field. In this study, we should learn about electric fields under normal conditions. The battery insulator uses COMSOL Multiphysics software based on the Finite Element Method (FEM). The maximum value of the potential under normal conditions is 16,33 kV and the minimum value of the potential under normal conditions is 8,2 kV and the maximum value of the electric field value under normal conditions is 49,27 kV/cm and the minimum electric field value is 13,688 kV/cm under normal conditions. In this study, the insulator is called corona when the magnitude of the electric field distribution exceeds the air breakdown voltage gradient of 30 kV/cm. Meanwhile, under field conditions, corona can be identified by the presence of hissing or purple light on the insulator. In the long run, corona can shorten the life of the insulator.

Keywords: Insulator, electric field, Normal conditions, corona, electric potential

1. PENDAHULUAN

Sistem distribusi tenaga listrik dirancang untuk dapat menyalurkan energi listrik secara aman dan efisien kepada konsumen. Salah satu peralatan distribusi tenaga listrik adalah isolator **(Saris, Hermawan, & Syakur, 2012)**.

Seluruh peralatan instalasi ketenagalistrikan dalam pengoperasiannya selalu terpapar oleh factor yang menjadikan kondisinya menurun seperti kontak fisik/mekanik, kontak kimia, lingkungan ataupun akibat energi listrik itu sendiri. Dalam sistem tenaga listrik, insulator berfungsi untuk menginsulasi bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan/ground, baik saat normal continuous operation dan saat terjadi surja (termasuk petir) didalam saluran transmisi **(PT. PLN (Persero), 2014)**.

Kegagalan kerja isolator yang digunakan pada saluran udara banyak disebabkan karena peristiwa kontaminasi yang dapat menyebabkan rugi-rugi energi dan degradasi permukaan isolator dan dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan terjadinya flashover. Dengan keadaan geografis dan iklim di Indonesia maka polutan berupa uap garam akan lebih berpengaruh dibandingkan debu atau asap pabrik. Lapisan polutan ini akan bersifat konduktif pada keadaan cuaca lembab, embun, dan hujan gerimis sehingga arus bocor akan mengalir dari kawat fasa jaringan ke tanah melalui lapisan konduktif yang menempel di permukaan isolator **(Pratiwi, 2013)**.

Intensitas medan listrik tinggi dan distribusi tegangan tinggi diyakini dapat dengan mudah menyebabkan korona, pelepasan sebagian, penebaran dini dan bahkan flashover. Masalah ini akan terjadi mempengaruhi distribusi listrik di seluruh negeri sebagai serta mempengaruhi pengoperasian jalur transmisi. Karena itu perhitungan medan listrik dan distribusi tegangan dan di sekitar isolasi terhadap kontaminasi penting dilakukan dipelajari untuk meningkatkan keandalan sistem. Komputasi perubahan tegangan dan distribusi medan listrik diyakini memberikan informasi kondisi isolator **(Fahmi, Novario, Negara, & Wahyudi, 2016)**.

Pada tahun 2016, penelitian yang dilakukan oleh Banik melalui simulasi software COMSOL Multiphysics mengemukakan bahwa prediksi tegangan flashover pada insulator tegangan 10 kV dengan endapan polutan yang berbeda-beda memiliki peranan penting dalam menentukan kondisi yang dapat terjadi pada isolator tersebut. COMSOL Multiphysics merupakan software simulasi berbasis FEM (Finite Element Method) mencakup semua langkah dalam alur kerja pemodelan. Mulai dari pendefinisian geometri, sifat material, dan fisika yang menggambarkan fenomena spesifik hingga penyelesaian dan model pascaproses untuk menghasilkan hasil yang akurat **(Banik, Murkherjee & Dalai, 2016)**.

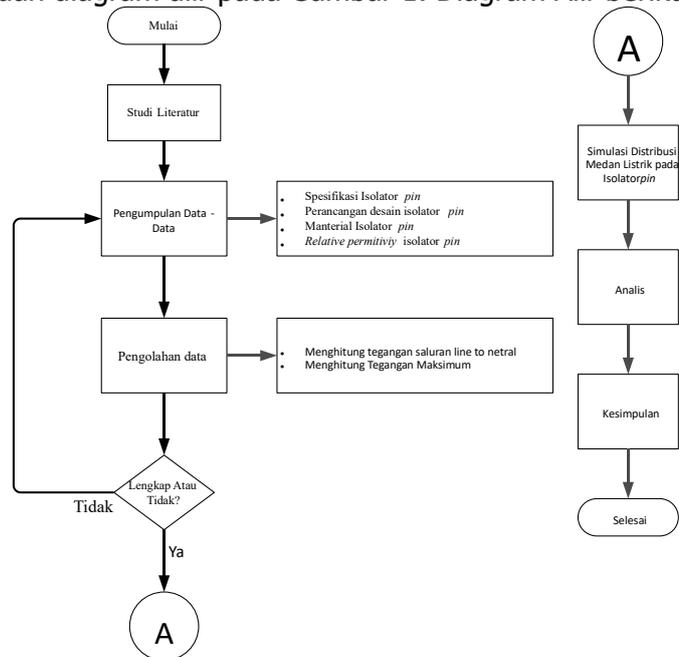
Isolator merupakan salah satu komponen sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk mengisolasi konduktor jaringan bertegangan dengan tiang penyangga atau menara (tower). Bahan yang sering digunakan untuk isolator tegangan tinggi terbuat dari bahan keramik dan gelas. Kelebihan bahan isolasi keramik dan gelas adalah kapasitas panas yang baik dan konduktivitas panas yang rendah, tahan korosi, keras dan kuat. Namun, bahan isolasi keramik dan gelas memiliki kelemahan dari segi mekanis yaitu berat dan permukaannya yang bersifat menyerap air (hygroscopic) sehingga lebih mudah terjadi arus bocor pada permukaan yang akhirnya dapat menyebabkan lewat denyar (flashover) **(Syakur, 2012)**.

Pada penelitian ini akan dilakukan simulasi menggunakan software COMSOL Multiphysics yang berbasis FEM (Finite Element Method) dalam melakukan komputasinya untuk membantu memperoleh model distribusi medan listrik dan potensial listrik pada isolator di sistem transmisi tegangan tinggi.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Langkah-Langkah Penelitian

Pada penelitian ini, proses penelitian dimulai dengan melakukan studi literatur yaitu mencari sumber seperti jurnal ilmiah, buku-buku referensi dan datasheet. Setelah melakukan penggambaran, kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan persamaan-persamaan matematis yang diperlukan kemudian penulis melakukan melakukan simulasi, kemudian hasil dari simulasi tersebut dianalisis dan menghasilkan kesimpulan. Berikut metodologi penelitian yang dijelaskan dalam sebuah diagram alir pada Gambar 1. Diagram Alir berikut:



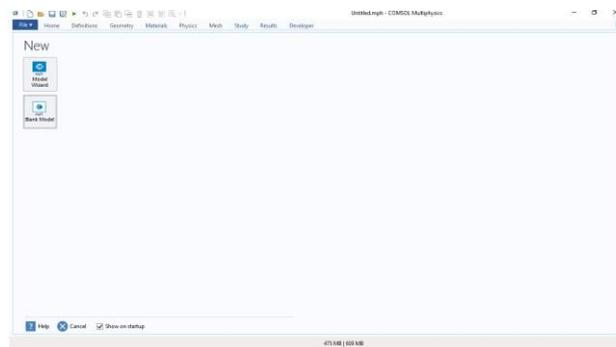
Gambar 1. Diagram Alir

2.2 Langkah-Langkah Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah berikut ini:

2.2.1 Simulasi COMSOL Multiphysics

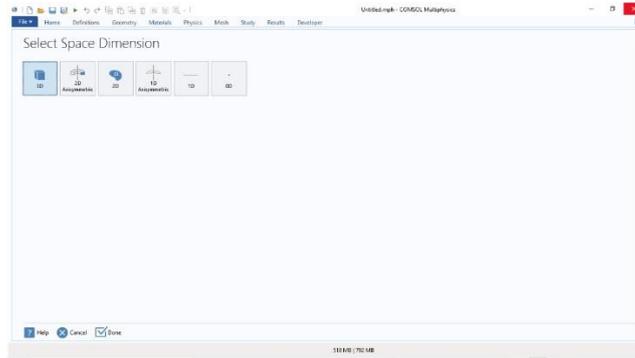
Tahap selanjutnya setelah seluruh model 3D insulator dari AutoCAD tersebut selesai dibuat yaitu melakukan simulasi distribusi medan listrik dan ponteesial listrik menggunakan Software COMSOL Multiphysics.



Gambar 2. Main Window COMSOL Multiphysics

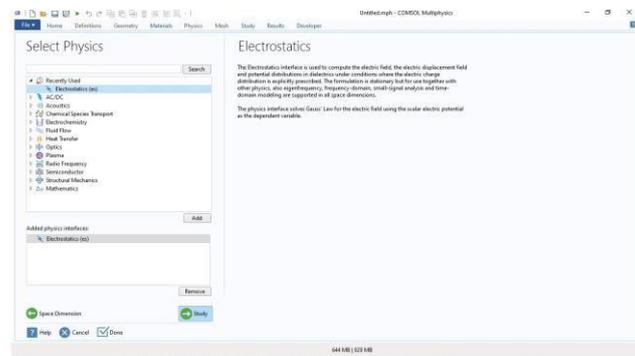
Gambar 2 merupakan jendela utama ketika membuat project baru. Jendela utama memiliki dua pilihan setting project yang ditawarkan oleh COMSOL Multiphysics yaitu Model Wizard dan Black Wizard. Setting awal tersebut berupa pemilihan dimensi ruang. Pemilihan jenis simulasi

fisika serta jenis studi. Untuk memudahkan setting ini maka penulis menggunakan Model Wizard.

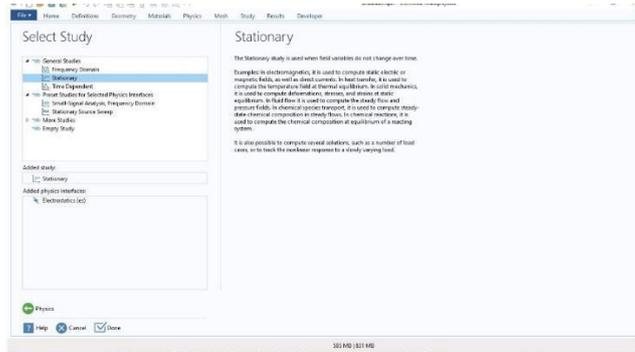


Gambar 3. Software COMSOL Space Dimension

Gambar 3 merupakan jendela pemilihan jenis Dimensi ruang. Untuk memudahkan setting ini maka penelitian ini menggunakan 3D. Sedangkan Gambar 4 yang dibawah ini merupakan jendela untuk pemilihan jenis simulasi fisika yang digunakan untuk penelitian ini.



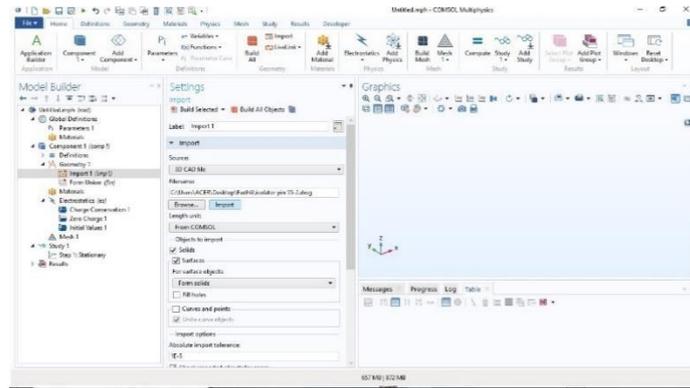
Gambar 4. Software COMSOL Select Physics



Gambar 5. Software COMSOL Select Study

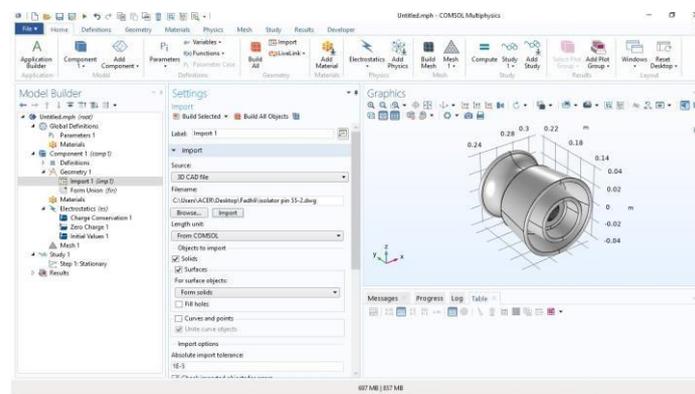
Gambar 5 ini menunjukkan jendela untuk pemilihan jenis studi yang digunakan untuk penelitian ini Kemudian jenis simulasi fisika yang digunakan adalah electrostatic yang memecahkan hukum gauss untuk menghitung medan listrik menggunakan potensial listrik scalar sebagai variabel berikut. Sedangkan studi yang dipilih pada penelitian ini adalah stationary yang berarti simulasi berada dalam kondisi tunak.

Analisis Persebaran Medan Listrik Pada Isolator Pin Dengan Tegangan 10 kV Sampai 20 kV

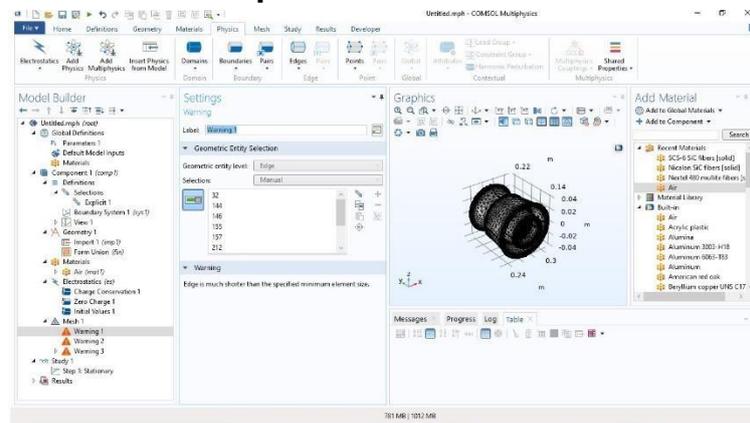


Gambar 6. Workspace import Software COMSOL

Model isolator yang telah dibuat sebelumnya kemudian di import oleh COMSOL Multiphysics seperti pada Gambar 6 .

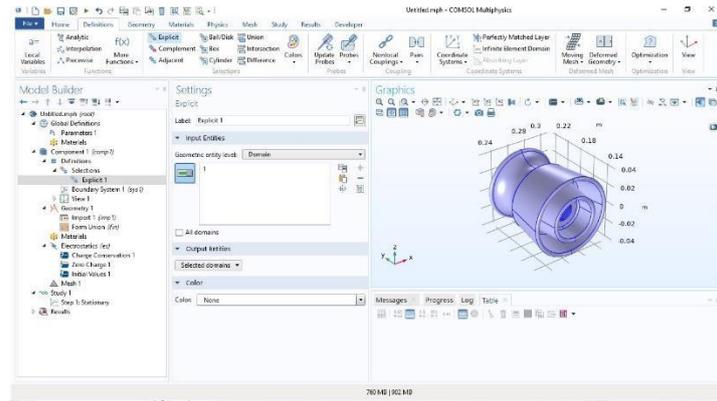


Gambar 7. Hasil Import Model Isolator Pin Oleh COMSOL



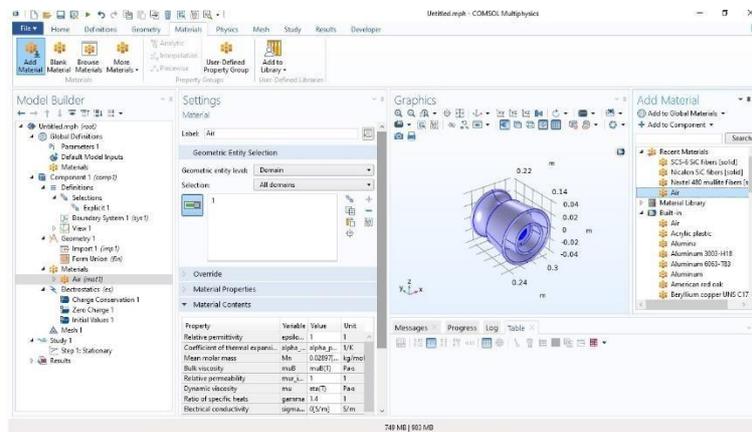
Gambar 8. hasil Mesh pada COMSOL

Langkah selanjutnya pengecekan isolator dengan menggunakan Mesh.



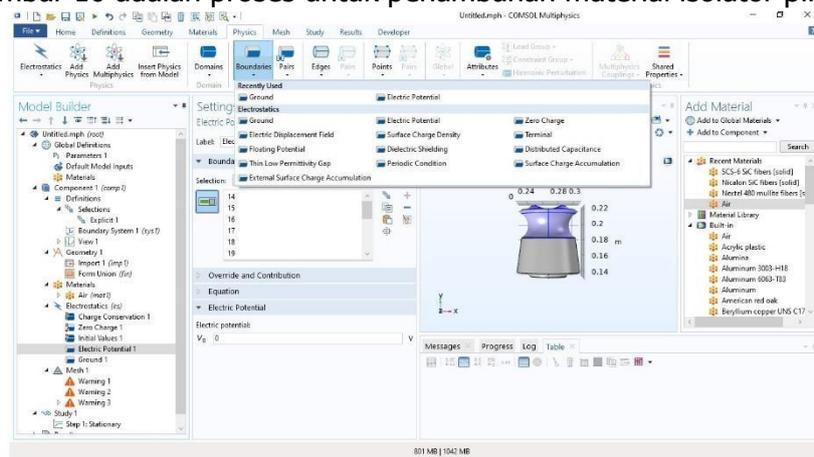
Gambar 9. Proses Inisialisasi Domain oleh Software COMSOL

Langkah selanjutnya adalah inisialisasi masing-masing domain berupa domain udara, domain insulator, dan domain zat kontaminan jika diperlukan. Dilanjutkan dengan menambahkan material ke masing-masing domain tersebut. Gambar 9 ini menunjukkan proses inisialisasi domain.



Gambar 10. Proses Penambahan Material pada Isolator Pin

Sedangkan Gambar 10 adalah proses untuk penambahan material isolator pin.



Gambar 11 Proses Input Beda Pontesial Isolator pin

Kemudian untuk memberikan tegangan pada isolator seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11, maka pada tab physics pilih electric potential untuk memberikan nilai tegangan fase pada insulator dan pilih ground untuk memberikan ground pada isolator pin.

2.2.2 Pengolahan Data

Tegangan yang diberikan pada insulator adalah tegangan satu fasa. Untuk mendapatkan nilai tegangan satu fasa, dapat dihitung melalui persamaan (1) berikut (**Saadat, 2000**):

$$V_{LN} = \frac{V_{LL}}{\sqrt{3}} \quad (1)$$

Keterangan

V_{LN} =Tegangan saluran line to neutral (V)

V_{LL} =Tegangan saluran line to line (V)

Nilai tegangan tiga fasa pada penelitian ini adalah sebesar 10 kV, maka nilai tegangan satu fasa-nya adalah.

$$V_{LN} = \frac{10kV}{\sqrt{3}} = 5,77kV$$

Maka tegangan yang diberikan pada isolator diubah juga menjadi tegangan maksimum (peak to peak) untuk menyamakan dengan nilai tegangan maksimum yang digunakan pada besar standar gradien tegangan tembus udara. Untuk menghitung tegangan maksimumnya dapat dilakukan melalui persamaan (2) (**Surjono, 2007**):

$$V_M = V_{eff} \cdot \sqrt{2} \quad (2)$$

Keterangan:

V_M =Tegangan maksimum (peak to peak) (V)

V_{eff} =Tegangan efektif (V)

Dalam hal ini tegangan efektifnya merupakan tegangan satu fasa (V_{LN}) dari transmisi 10 kV, maka nilai tegangan maksimumnya adalah

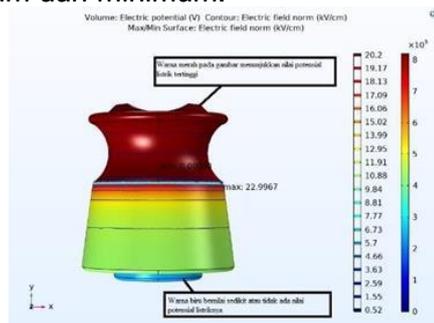
$$V_{eff} = 5,77kV \cdot \sqrt{2} = 8,2kV$$

Dari hasil perhitungan tersebut, maka tegangan sebesar 8,2 kV inilah yang akan dimasukkan kedalam simulasi COMSOL Multiphysics.

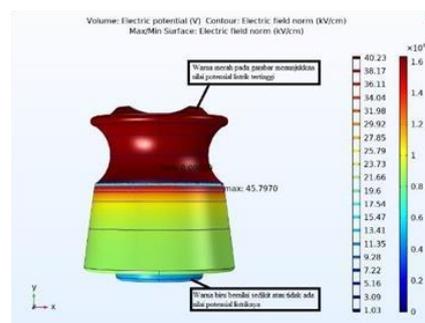
3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Hasil Simulasi

Dalam secara garis besar, simulasi ini terhadap enam jenis isolator dengan memiliki tegangan maksimal dan minimum, dan perbandingan salah satu dari enam sejenis isolator bertegangan maksimum dan minimum.



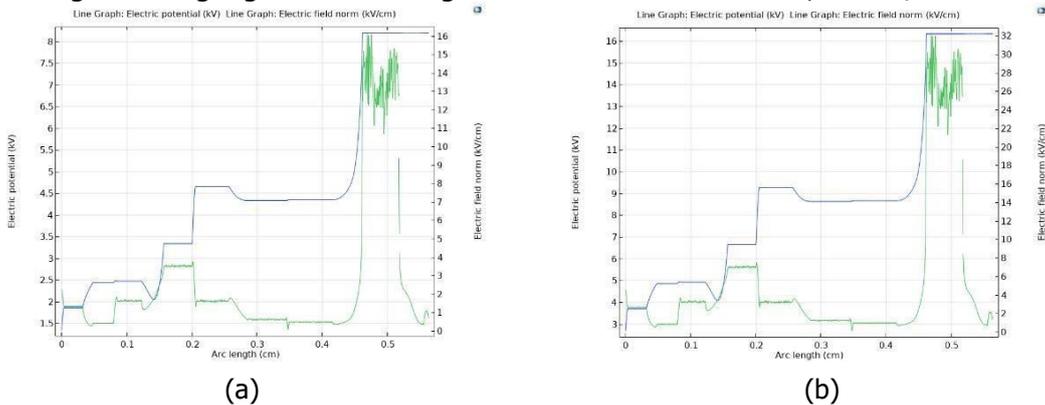
(a)



(b)

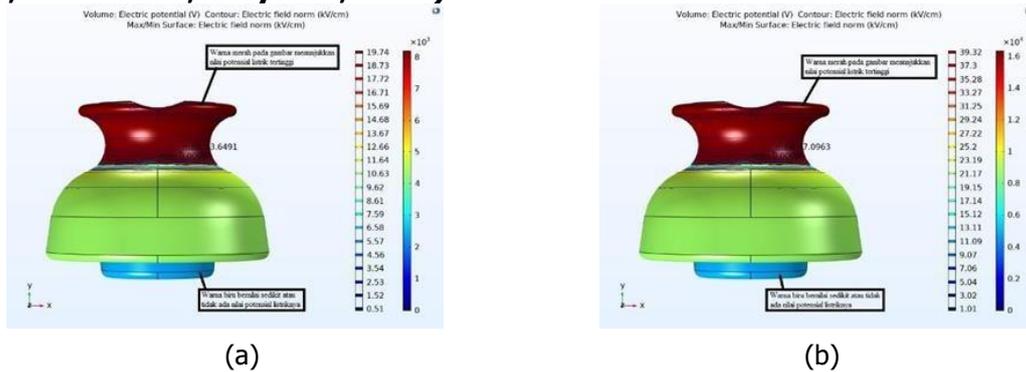
Gambar 12. Perbandingan Dengan Gambar (a) Isolator Tegangan 10 kV Dan Gambar (b) Isolator Tegangan 20 kV Nilai Medan Listrik Pada Isolator Pin 55-2 Kondisi Normal Hasil Tersebut Mengalami Peningkatan Medan Listrik

Gambar 12 menunjukkan model distribusi medan listrik dengan bertegangan 10 kV-20 kV dan juga hasil tersebut dibandingkan dengan maksimal dan minimum. Nilai medan listrik pada masing-masing isolator pin 55-2 kondisi normal:(a) isolator pin 55-2 kondisi normal dengan bertegangan 10 kV menghasilkan adalah sebesar 22,997 kV/cm, (b) isolator pin 55-2 kondisi normal dengan bertegangan 20 kV menghasilkan adalah sebesar 45,797 kV/cm.



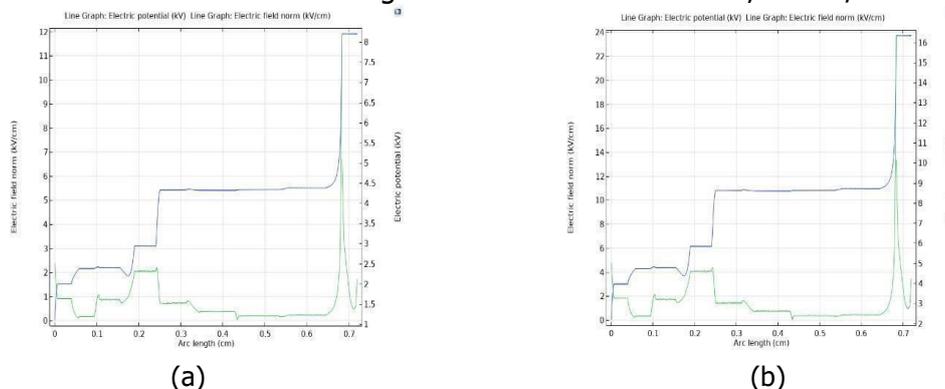
Gambar 13. Perbandingan Dengan Gambar (a) Isolator Tegangan 10 kV Dan Gambar (b) Isolator Tegangan 20 kV Grafik Distribusi Potensial Listrik Dan Medan Listrik Insulator Pin 55-2 Kondisi Normal

Kemudian pada distribusi medan listriknya menunjukkan kenaikan besar medan listrik yang cukup signifikan pada bagian antara batas ground dengan masing-masing tegangan memiliki berbeda: Gambar (a) isolator pin 55-2 kondisi normal dengan tegangan 10 kV sebesar 16,6 kV/cm dan pada bagian antara batas dengan phase sebesar 0,7 kV/cm. Gambar (b) isolator pin 55-2 kondisi normal dengan tegangan 20 kV sebesar 32,25 kV/cm dan pada bagian antara batas dengan phase sebesar 1,7 kV/cm. Hal ini dikarenakan medan listrik cenderung menyebar ke daerah dengan muatan ruang nol atau memilih jalur dengan hambatan kecil (Saris, Hermawan, & Syakur, 2012).



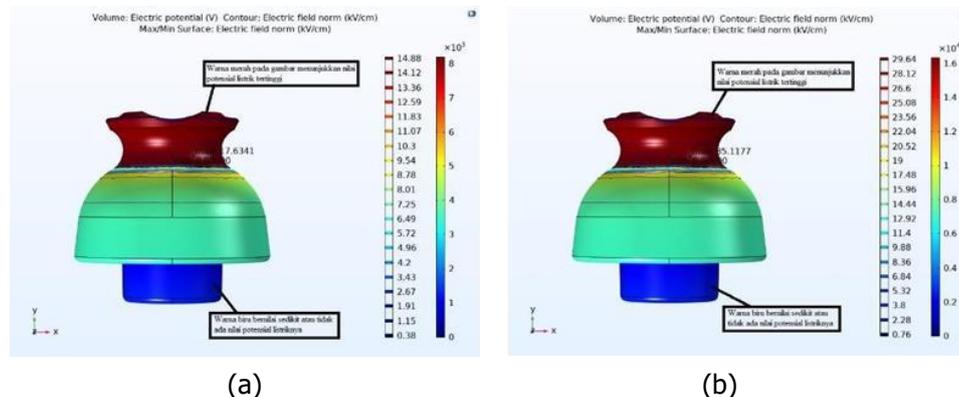
Gambar 14. Perbandingan Dengan Gambar (a) Isolator Tegangan 10 kV Dan Gambar (b) Isolator Tegangan 20 kV Nilai Medan Listrik Pada Isolator Pin 55-3 Kondisi Normal Hasil Tersebut Mengalami Peningkatan Medan Listrik

Gambar 14 menunjukkan model distribusi medan listrik dengan bertegangan 10kV-20kV dan juga hasil tersebut dibandingkan dengan maksimal dan minimum. Nilai medan listrik pada masing-masing isolator *pin* 55-3 kondisi normal: (a) isolator *pin* 55-3 dengan bertegangan 10 kV kondisi normal menghasilkan adalah sebesar 23,649 kV/cm. (b) isolator *pin* 55-3 dengan bertegangan 20 kV kondisi normal menghasilkan adalah sebesar 47,096 kV/cm.



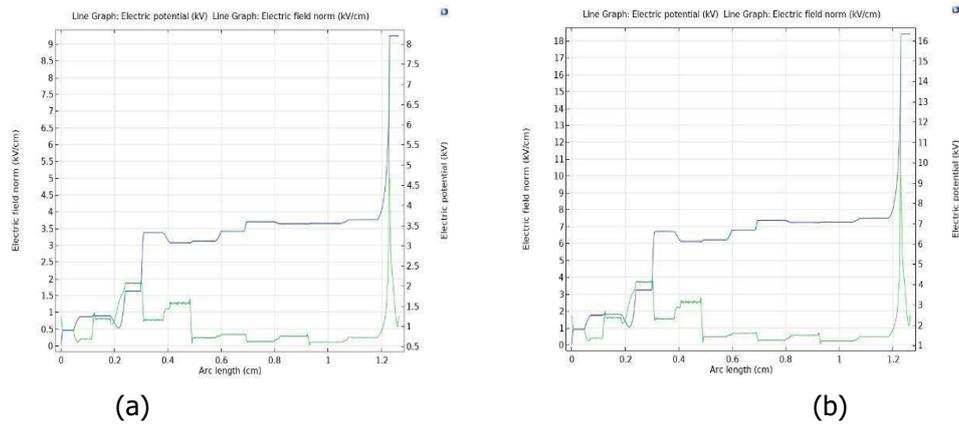
Gambar 15. Perbandingan Dengan Gambar (a) Isolator Tegangan 10 kV Dan Gambar (b) Isolator Tegangan 20 kV Grafik Distribusi Potensial Listrik Dan Medan Listrik Insulator Pin 55-3 Kondisi Normal

Kemudian pada distribusi medan listriknya menunjukkan kenaikan besar medan listrik yang cukup signifikan pada bagian antara batas ground dengan masing-masing tegangan memiliki berbeda dan Gambar (a) isolator pin 55-3 kondisi normal dengan tegangan 10 kV sebesar 11,6 kV/cm dan pada bagian antara batas dengan phase sebesar 1,75 kV/cm. Gambar (b) isolator pin 55-3 kondisi normal dengan tegangan 20 kV sebesar 23,33 kV/cm dan pada bagian antara batas dengan phase sebesar 3,75 kV/cm. Hal ini dikarenakan medan listrik cenderung menyebar ke daerah dengan muatan ruang nol atau memilih jalur dengan hambatan kecil (Saris, Hermawan, & Syakur, 2012).



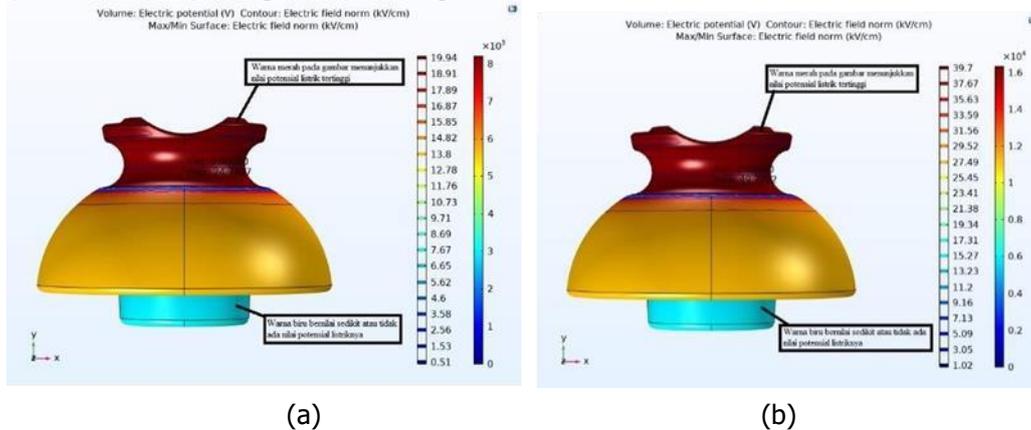
Gambar 16. Perbandingan Dengan Gambar (a) Isolator Tegangan 10 kV Dan Gambar (b) Isolator Tegangan 20 kV Nilai Medan Listrik Pada Isolator Pin 55-4 Kondisi Normal Hasil tersebut Mengalami Peningkatan Medan Listrik

Gambar 16 menunjukkan model distribusi medan listrik dengan bertegangan 10 kV 20 kV dan juga hasil tersebut dibandingkan dengan maksimal dan minimum. Nilai medan listrik pada masing-masing isolator pin 55-4 kondisi normal: (a) isolator pin 55-4 dengan bertegangan 10 kV kondisi normal menghasilkan adalah sebesar 17,634 kV/cm. (b) isolator pin 55-4 dengan bertegangan 20 kV kondisi normal menghasilkan adalah sebesar 35,118 kV/cm.



Gambar 17. Perbandingan Dengan Gambar (a) Isolator Tegangan 10 kV Dan Gambar (b) Isolator Tegangan 20 kV Grafik Distribusi Potensial Listrik Dan Medan Listrik Insulator Pin 55-4 Kondisi Normal

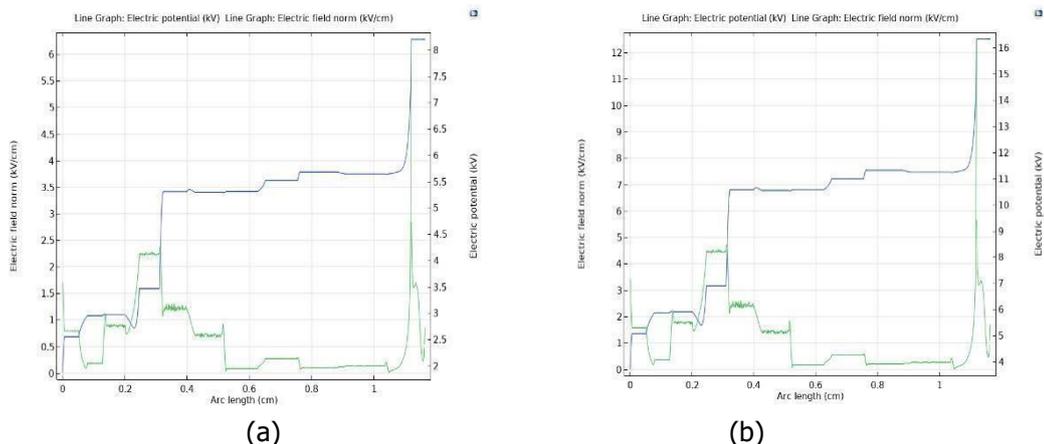
Kemudian pada distribusi medan listriknya menunjukkan kenaikan besar medan listrik yang cukup signifikan pada bagian antara batas ground dengan masing-masing tegangan memiliki berbeda dan Gambar (a) isolator pin 55-4 kondisi normal dengan tegangan 10 kV sebesar 11,6 kV/cm dan pada bagian antara batas dengan phase sebesar 1,8 kV/cm. Gambar (b) isolator pin 55-4 kondisi normal dengan tegangan 20 kV sebesar 23,33 kV/cm dan pada bagian antara batas dengan phase sebesar 3,8 kV/cm. Hal ini dikarenakan medan listrik cenderung menyebar ke daerah dengan muatan ruang nol atau memilih jalur dengan hambatan kecil (Saris, Hermawan, & Syakur, 2012).



Gambar 18. Perbandingan Dengan Gambar (a) Isolator Tegangan 10 kV Dan Gambar (b) Isolator Tegangan 20 kV Nilai Medan Listrik Pada Isolator Pin 55-5 Kondisi Normal Hasil Tersebut Mengalami Peningkatan Medan Listrik

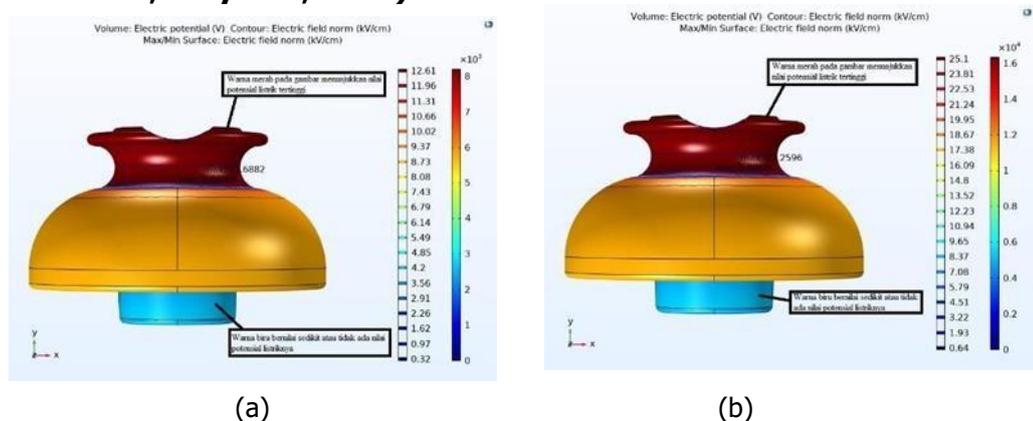
Gambar 19 menunjukkan model distribusi medan listrik dengan bertegangan 10 kV 20 kV dan juga hasil tersebut dibandingkan dengan maksimal dan minimum. Nilai medan listrik pada masing-masing isolator pin 55-5 kondisi normal:(a) isolator pin 55-5 dengan bertegangan 10 kV kondisi normal menghasilkan adalah sebesar 24,741 kV/cm, (b) isolator pin 55-5 dengan bertegangan 20 kV kondisi normal menghasilkan adalah sebesar 49,270 kV/cm.

Analisis Persebaran Medan Listrik Pada Isolator Pin Dengan Tegangan 10 kV Sampai 20 kV



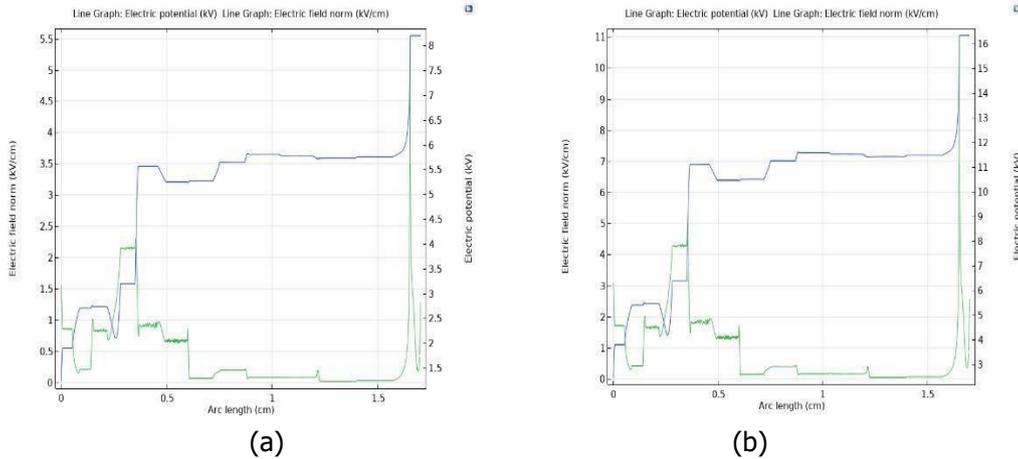
Gambar 19. Perbandingan Dengan Gambar (a) Isolator Tegangan 10 kV Dan Gambar (b) Isolator Tegangan 20 kV Grafik Distribusi Potensial Listrik Dan Medan Listrik Insulator Pin 55-5 Kondisi Normal

Kemudian pada distribusi medan listriknya menunjukkan kenaikan besar medan listrik yang cukup signifikan pada bagian antara batas ground dengan masing-masing tegangan memiliki berbeda dan Gambar (a) isolator pin 55-5 kondisi normal dengan tegangan 10 kV sebesar 6,2 kV/cm dan pada bagian antara batas dengan phase sebesar 0,8 kV/cm. Gambar (b) isolator pin 55-5 kondisi normal dengan tegangan 20 kV sebesar 12,33 kV/cm dan pada bagian antara batas dengan phase sebesar 1,8 kV/cm. Hal ini dikarenakan medan listrik cenderung menyebar ke daerah dengan muatan ruang nol atau memilih jalur dengan hambatan kecil (Saris, Hermawan, & Syakur, 2012).



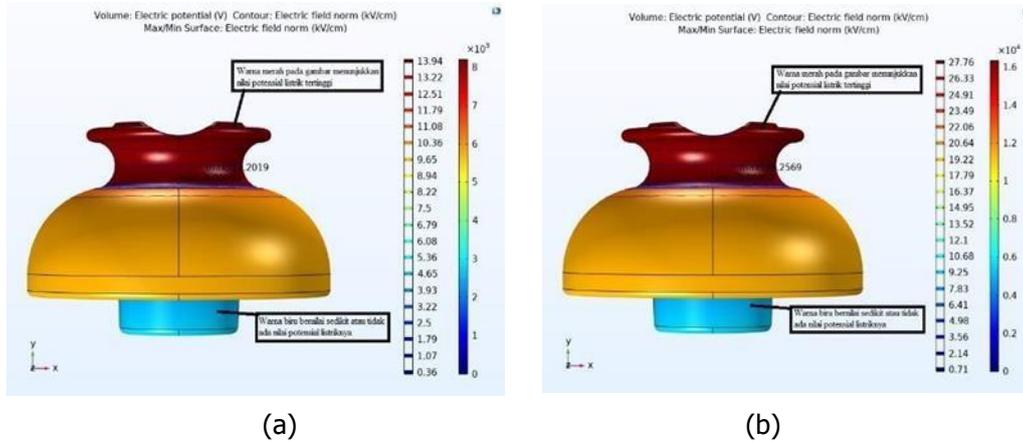
Gambar 20. Perbandingan Dengan Gambar (a) Isolator Tegangan 10 kV Dan Gambar (b) Isolator Tegangan 20 kV Nilai Medan Listrik Pada Isolator Pin 55-6 Kondisi Normal Hasil Tersebut Mengalami Peningkatan Medan Listrik

Gambar 20 menunjukkan model distribusi medan listrik dengan bertegangan 10 kV-20 kV. Nilai medan listrik pada masing-masing isolator pin 55-6 kondisi normal: (a) isolator pin 55-6 dengan bertegangan 10 kV kondisi normal menghasilkan adalah sebesar 13,688 kV/cm. (b) isolator pin 55-6 dengan bertegangan 20 kV kondisi normal sebesar 27,260 kV/cm.



Gambar 21. Perbandingan Dengan Gambar (a) Isolator Tegangan 10 kV Dan Gambar (b) Isolator Tegangan 20 kV Grafik Distribusi Potensial Listrik Dan Medan Listrik Insulator Pin 55-6 Kondisi Normal

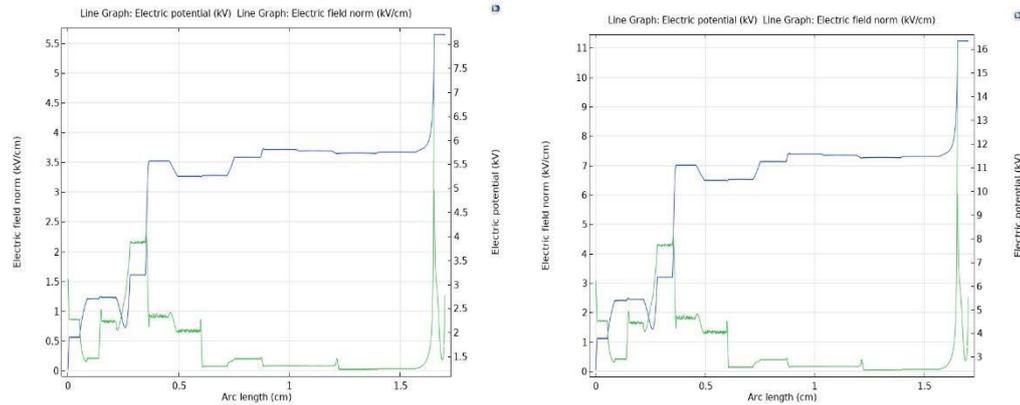
Kemudian pada distribusi medan listriknya menunjukkan kenaikan besar medan listrik yang cukup signifikan pada bagian antara batas ground dengan masing-masing tegangan memiliki berbeda dan Gambar (a) isolator pin 55-6 kondisi normal dengan tegangan 10 kV sebesar 5,6 kV/cm dan pada bagian antara batas dengan phase sebesar 1,45 kV/cm. Gambar (b) isolator pin 55-6 kondisi normal dengan tegangan 20 kV sebesar 11,2 kV/cm dan pada bagian antara batas dengan phase sebesar 2,7 kV/cm. Hal ini dikarenakan medan listrik cenderung menyebar ke daerah dengan muatan ruang nol atau memilih jalur dengan hambatan kecil (**Saris, Hermawan, & Syakur, 2012**).



Gambar 22. Perbandingan Dengan Gambar (a) Isolator Tegangan 10 kV Dan Gambar (b) Isolator Tegangan 20 kV Nilai Medan Listrik Pada Isolator Pin 55-7 Kondisi Normal Hasil Tersebut Mengalami Peningkatan Medan Listrik

Gambar 22 menunjukkan model distribusi medan listrik dengan bertegangan 10 kV-20 kV dan juga hasil tersebut dibandingkan dengan maksimal dan minimum. Nilai medan listrik pada masing-masing isolator pin 55-7 kondisi normal: (a) isolator pin 55-7 dengan bertegangan 10 kV kondisi normal menghasilkan adalah sebesar 17,202 kV/cm. (b) isolator pin 55-7 dengan bertegangan 20 kV kondisi normal menghasilkan adalah sebesar 34,257 kV/cm.

Analisis Persebaran Medan Listrik Pada Isolator Pin Dengan Tegangan 10 kV Sampai 20 kV



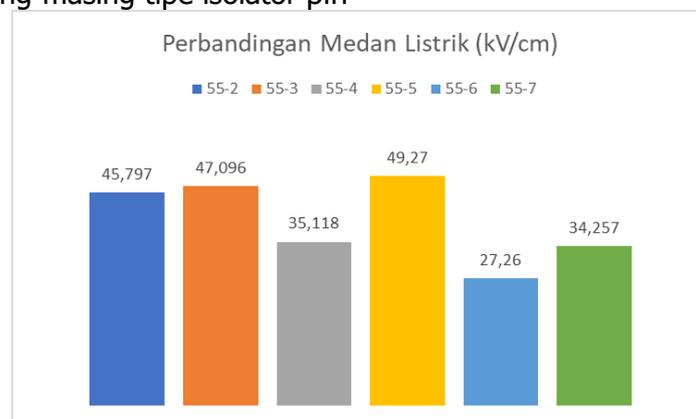
(a)

(b)

Gambar 23. Perbandingan Dengan Gambar (a) Isolator Tegangan 10 kV Dan Gambar (b) Isolator Tegangan 20 kV Grafik Distribusi Potensial Listrik Dan Medan Listrik Insulator Pin 55-7 Kondisi Normal

Kemudian pada distribusi medan listriknya menunjukkan kenaikan besar medan listrik yang cukup signifikan pada bagian antara batas ground dengan masing-masing tegangan memiliki berbeda dan Gambar (a) isolator pin 55-7 kondisi normal dengan tegangan 10 kV sebesar 5,8 kV/cm dan pada bagian antara batas dengan phase sebesar 1,45 kV/cm. Gambar (b) isolator pin 55-7 kondisi normal dengan tegangan 20 kV sebesar 11,25 kV/cm dan pada bagian antara batas dengan phase sebesar 2,5 kV/cm. Hal ini dikarenakan medan listrik cenderung menyebar ke daerah dengan muatan ruang nol atau memilih jalur dengan hambatan kecil (**Saris, Hermawan, & Syakur, 2012**).

Pada Gambar 25 di bawah ini dapat terlihat perbandingan medan listrik maksimum yang dihasilkan oleh masing-masing tipe isolator pin



Gambar 24 Grafik Perbandingan Medan Listrik Maksimum

3.2 ANALISIS

Tabel 1 dibawah ini merupakan hasil simulasi distribusi potensial listrik dan distribusi medan listrik pada isolator pin menggunakan software COMSOL Multiphysics

Tabel 1 Hasil Simulasi Distribusi Potensial Listrik dan Distribusi Medan Listrik

Ansi Class	Tegangan (kV)	Potensial Listrik (kV)	Medan Listrik (kV/cm)	Standar Medan Listrik (kV/cm)	Keterangan

Kondisi Normal					
Isolator pin 55-2	10	8,2	20,2	30	Tidak terjadinya corona
	20	16,33	40,23	30	sudah melebihi gradien tegangan tembus udara sehingga dapat berakibat corona
Isolator pin 55-3	10	8,2	19,74	30	Tidak terjadinya corona
	20	16,33	39,32	30	sudah melebihi gradien tegangan tembus udara sehingga dapat berakibat corona
Isolator pin 55-4	10	8,2	14,88	30	Tidak terjadinya corona
	20	16,33	29,64	30	Tidak terjadinya corona
Isolator pin 55-5	10	8,2	19,94	30	Tidak terjadinya corona
	20	16,33	39,7	30	sudah melebihi gradien tegangan tembus udara sehingga dapat berakibat corona
Isolator pin 55-6	10	8,2	12,61	30	Tidak terjadinya corona
	20	16,33	25,1	30	Tidak terjadinya corona
Isolator pin 55-7	10	8,2	13,94	30	Tidak terjadinya corona
	20	16,33	27,86	30	Tidak terjadinya corona

Pada penelitian ini, isolator dinyatakan mengalami corona ketika besar distribusi medan listriknya melebihi gradien tegangan tembus udara sebesar 30 kV/cm. Sedangkan, pada kondisi di lapangan timbulnya corona dapat diidentifikasi dari adanya suara desing maupun cahaya ungu pada isolator. Dalam jangka panjang, corona dapat menyebabkan berkurangnya masa pemakaian isolator tersebut.

4. KESIMPULAN

Pada bagian ini disajikan kesimpulan-kesimpulan yang merupakan rangkuman yang terdapat pada hasil analisis simulasi medan listrik:

1. Hasil simulasi distribusi potensial listrik dan medan listrik pada isolator porcelain dengan keenam ansi class pemasangan transmisi 10 kV. Pada kondisi Normal Untuk nilai potensial listrik dengan 8,2 kV. Pada keenam ansi class masing-masing isolator porcelain tidak ada yang menyebabkan besar medan listrik melewati gradien tegangan tembus udara. Medan listrik maksimum yang terjadi hanya sebesar 12,61 kV/cm hingga 20,2 kV/cm.
2. Hasil simulasi distribusi potensial listrik dan medan listrik pada isolator porcelain dengan keenam ansi class pemasangan transmisi 20 kV. Pada kondisi Normal Untuk nilai potensial listrik dengan 16,33 kV. Pada keenam ansi class masing-masing isolator porcelain yang mengalami corona Medan listrik maksimumnya yang terjadi hanya

sebesar 39,32 kV/cm hingga 40,23 kV/cm. Sedangkan pada isolator porcelain lainnya dibawah 29,64 kV/cm.

3. Hasil simulasi distribusi potensial listrik dan medan listrik pada isolator porcelain dengan keenam ansi class pemasangan transmisi 10 kV. Pada kondisi Normal Untuk nilai potensial listrik dengan 8,2 kV. Pada keenam ansi class masing-masing isolator porcelain paling tinggi untuk medan listrik dalam kondisi Normal adalah Isolator porcelain 55-2 bernilai 20,2 kV/cm. Sedangkan untuk nilai medan listriknya terendah pada keenam ansi class dalam kondisi Normal tersebut adalah Isolator porcelain 55-6 bernilai 12,61 kV/cm. Tidak ada yang menyebabkan besar medan listrik melewati gradieun tegangan tembus udara.
4. Hasil simulasi distribusi potensial listrik dan medan listrik pada isolator porcelain dengan keenam ansi class pemasangan transmisi 20 kV. Pada kondisi Normal Untuk nilai potensial listrik dengan 16,33 kV. Pada keenam ansi class masing-masing isolator porcelain paling tinggi untuk medan listrik dalam kondisi Normal adalah Isolator porcelain 55-2 bernilai 40,23 kV/cm. Sudah melebihi gradien tegangan tembus udara sehingga dapat berakibat corona, Sedangkan untuk nilai medan listriknya terendah pada keenam ansi class dalam kondisi Normal tersebut adalah Isolator porcelain 55-6 bernilai 25,1 kV/cm. Tidak ada yang menyebabkan besar medan listrik melewati gradieun tegangan tembus udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Banik, A.M.(2016). Development of a Pollution Flashover Model for 11 kV Porcelain and Silicone rubber Insulator by Using COMSOL Multiphysics. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Fahmi, D., Novario, L. A., Negara, I. Y., & Wahyudi, R. (2016). Comparative Analysis of Electric Field Distribution on Glass and Ceramic Insulator Using Finite Element Method. *International Seminar on Intelligent Technology and its Application*, 515-520.
- Pratiwi, A. I. (2013). *Mekanisme Flashover Untuk Menentukan Kinerja Isolator Polimer Yang Terkontaminasi*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- PT.PLN(Persero). (2014). *Buku Pedoman Pemeliharaan Saluran Udara*. Jakarta.
- Saadat, H. (2004). Power System Analysis Second Edition International Edition. Singapore: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Saris, H. B. (2012). Simulasi Distribusi Tegangan dan Medan Listrik pada Isolator Suspensi 20 kV 3 Sirip dengan 4 Tipe Ukuran Sirip. Tugas Akhir: Universitas Diponegoro Semarang. Surjono. (2007). *Elektronika: Teori dan Penerapan*. Jember: Penerbit Cerdas Ulet.
- Syakur, A. Y. (2012). Unjuk Kerja Isolator 20 kV Bahan Resin Epoksi Silane Silika Kondisi Basah dan Kering. Dalam *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* (Vol. 14, hal. 68-72). Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro.