

BAB III

METEDOLOGI PENELITIAN

Penyusunan proposal ini didasari pada masalah tingkat arus bocor pada isolator model di lapangan dengan menggunakan representasi dari zat pengotor yakni berupa larutan natrium klorida (NaCl). Hal yang perlu diperhatikan untuk mewujudkan hasil dari penelitian ini adalah studi literatur dimana mengutip dari referensi yang jelas kebenarannya, pengambilan data dari hasil penelitian yang dilakukan, melakukan perhitungan dan analisis, dan mengambil kesimpulan dan pemberian saran dari hasil penelitian ini.

3.1 Studi Literatur

Studi dilakukan untuk memperoleh pengetahuan dasar tentang segala hal yang mendukung penelitian ini. Penelitian ini menggunakan referensi dari buku-buku baik dari perpustakaan maupun internet, dan mengutip dari hasil penelitian orang lain yang memiliki hubungan dengan penelitian ini agar dapat mengetahui prinsip kerja pada isolator kaca, karakteristik daripada isolator kaca, dan dasar teori yang dapat mendukung dan menunjang berjalannya penelitian ini.

3.2 Pengambilan Data

Pengambilan data adalah hal yang dilakukan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian ini. Data-data yang diperlukan untuk penelitian ini terdiri dari data primer yang meliputi:

1. Pengujian terhadap konsentrasi natrium klorida (NaCl), atau garam dimana yang digunakan sebagai zat pengotor pada permukaan isolator kaca.
2. Pengujian terhadap nilai konduktivitas larutan NaCl dari perubahan nilai molaritas larutan NaCl.
3. Pengujian terhadap pengaruh perubahan nilai konduktivitas terhadap perubahan tegangan uji untuk memperoleh nilai Arus bocor pada pengukuran pada permukaan isolator kaca.

Dilakukannya simulasi distribusi medan listrik pada beberapa diameter isolator kaca dengan penambahan lapisan konduktif pada permukaan kaca. Menggunakan jenis elektroda plat berbentuk plat-plat dan elektroda plat berbentuk plat-jarum.

3.3 Perhitungan dan Analisis Pengujian

3.3.1 Perhitungan Nilai Konduktivitas Larutan Natrium Klorida (NaCl)

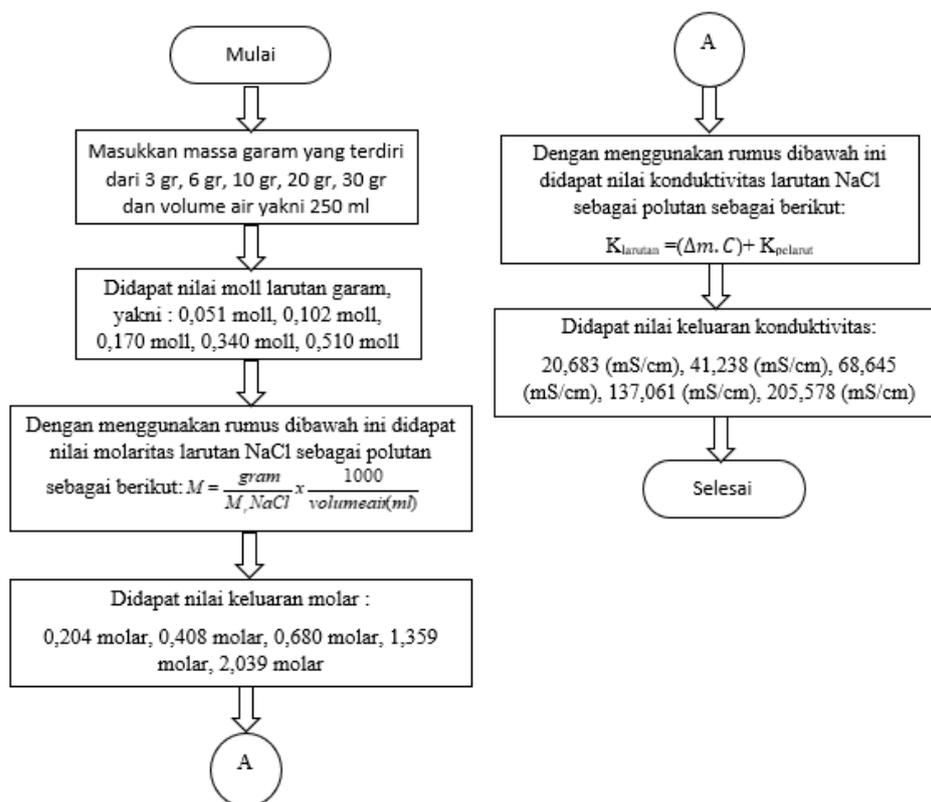
Untuk menentukan perhitungan dari konsentrasi zat pengotor yang dioleskan di permukaan isolator kaca *flat* digunakan rumus dari persamaan (2-8) di dalam takarannya adalah persen (%) dan untuk menyatakan konsentrasi zat pengotor di dalam satuan molar maka digunakan rumus pada persamaan (2-10).

Agar didapatkan perhitungan untuk nilai konsentrasi pada zat pengotornya, maka garam harus ditimbang terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam gelas ukur yang telah diisi dengan air mineral sebanyak 250 ml. Setelah selesai garam ditimbang, kemudian garam dicampur dengan air di dalam gelas ukur dan diaduk hingga tercampur merata, maka larutan ini akan menjadi larutan natrium klorida (NaCl), selanjutnya yang dilakukan adalah menambah massa garam ke dalam gelas ukur dengan takaran 250 ml air juga, karena adanya penambahan massa garam maka nilai konsentrasi garam tiap gramnya yang telah dicampurkan ke dalam 250 ml air mineral pada gelas ukurnya, selanjutnya akan diperoleh data perubahan nilai molar, konsentrasi dan konduktivitas dari zat pengotor tersebut. Penimbangan massa air pada penelitian ini dapat digunakan dengan menggunakan rumus $m = \rho \cdot V$, dimana ρ adalah massa jenis air dengan nilai 1 gram/cm³ sementara V adalah banyak air yang dituang ke dalam gelas ukur tersebut. Jika kedua hal tersebut telah diperoleh, maka hal selanjutnya adalah dapat diketahui nilai dari massa airnya dengan rumus di atas. Akibat dari bertambahnya nilai konsentrasi dari larutan natrium klorida (NaCl) maka akan terjadi reaksi ionisasi. Ionisasi adalah suatu reaksi dimana awalnya atom hanya memiliki muatan netral, namun karena adanya reaksi ionisasi menyebabkan elektron ini menjadi bermuatan listrik, sehingga menimbulkan adanya arus listrik di bagian permukaan isolator kaca pada saat larutan natrium klorida (NaCl) ini dioleskan dengan spons ke bagian permukaan isolator kacanya.

Akibat adanya reaksi ionisasi, maka nilai resistansi dari isolator kaca akan menurun dan menimbulkan arus bocor di permukaan isolator kaca tersebut. Munculnya reaksi ionisasi ini bisa digunakan sebagai parameter sebagai penunjuk dari kemampuan sebuah isolator kaca didalam kemampuan menahan adanya arus bocor pada permukaan isolator kaca.

Di dalam skripsi ini sudah dijelaskan bahwa untuk menghitung konsentrasi dari zat pengotor dapat menggunakan dua cara, yakni dengan persen konsentrasi dan dengan menggunakan persamaan molaritas, maka akan diperoleh nilai konduktivitas nya. Setelah diperoleh nilai konsentrasi, maka dapat diperoleh nilai konduktivitas larutan NaCl. Untuk perhitungan nilai konduktivitas pada dilihat pada rumus persamaan (2-17).

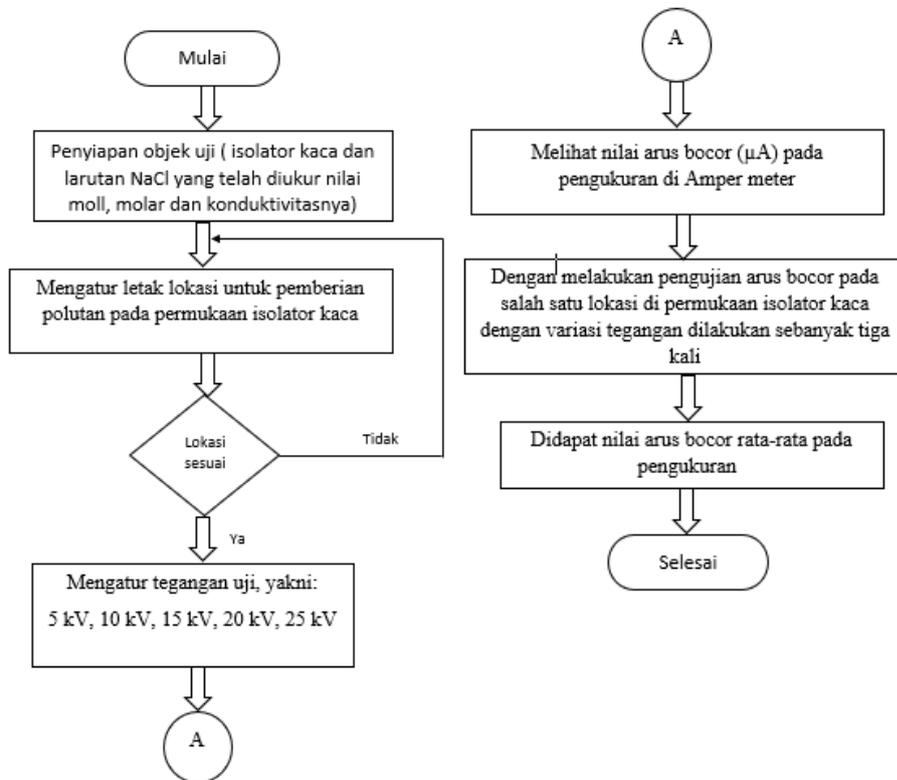
Sesuai dengan konsep diatas, maka dibawah ini adalah diagram alur perhitungan konduktivitas dari larutan natrium klorida (NaCl) yang akan dioleskan pada permukaan isolator kaca seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram alur untuk menghitung konsentrasi larutan NatriumKlorida (NaCl)

3.3.2 Pengujian Tingkat Arus Bocor pada Permukaan Isolator Kaca

Pada penelitian ini akan diuraikan langkah-langkah untuk memperoleh ahsil yang diharapkan, salah satunya adalah metode penelitian dengan pengujian arus bocor. Diagram alur dapat dilihat seperti gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram alur pengujian tingkat arus bocor pada permukaan isolator kaca

Gambar 3.2 adalah diagram alur untuk memperoleh nilai arus bocor pada pengukuran di permukaan isolator kaca, setiap step dilakukan sesuai dengan diagram alur dan hal yang penting juga adalah dengan menjaga kebersihan permukaan isolator kaca *flat* sebelum di pakai sebagai objek uji.

3.3.3 Perhitungan Resistansi Permukaan (R_s)

Perhitungan resistansi permukaan (R_s), pada permukaan isolator kaca dilakukan dengan menguji tingkat arus bocornya, lalu mencatat tegangan pada pengujiannya kemudian menggunakan rumus dari persamaan (2-2) agar dapat menghitung resistansi permukaan (R_s) baik pada saat permukaan isolator kaca *flat* tersebut dalam keadaan terkontaminasi zat pengotor ataupun tidak dalam keadaan terkontaminasi zat pengotor.

3.3.4 Perhitungan Rugi Daya

Jika nilai resistansi pada permukaan isolator (R_s) telah diperoleh, maka rugi daya (P_{loss}) akibat adanya kontaminasi zat pengotor di permukaan isolator kaca *flat*, maka dapat dihitung dengan menggunakan rumus dari persamaan (2-4) atau juga dengan menggunakan persamaan (2-5).

3.3.5 Perhitungan Rugi Energi

Setelah diperoleh rugi-rugi dayanya (P_{loss}), maka selanjutnya rugi energi (W_{loss}) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2-6) ataupun dapat dihitung dengan persamaan (2-7) untuk menghitung nilai rugi-rugi energi dalam jangka waktu satu tahun.

3.4 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini akan ada beberapa hal yang akan diamati. Hal-hal yang akan diamati antara lain adalah:

- a. Pengaruh variasi massa garam terhadap konsentrasi larutan natrium klorida (NaCl). Dimana akan diberikan variasi yang berbeda pada massa garam yang digunakan dan melihat pengaruhnya terhadap arus bocor yang akan diuji.
- b. Pengaruh variasi konsentrasi larutan natrium klorida (NaCl) terhadap konduktivitas permukaan isolator kaca. Dimana akan dilihat pengaruh dari variasi konsentrasi larutan natrium klorida (NaCl) terhadap konduktivitas di permukaan isolator kaca yang akan digunakan dalam pengujian ini.
- c. Pengaruh variasi lebar lapisan pita konduksi terhadap arus konduksi permukaan isolator kaca. Dimana akan dilihat pengaruh dari lebar lapisan pita konduksi yang berbeda-beda hingga dapat diperoleh arus bocor pada permukaan isolator kaca.
- d. Pengaruh perubahan tegangan uji terhadap arus bocor permukaan isolator. Dimana akan dilihat perubahan nilai arus bocor pada permukaan isolator kaca pada saat diberikan variasi pada nilai tegangan yang akan digunakan pada pengujian ini.

- e. Pengaruh tegangan uji terhadap resistansi permukaan isolator kaca. Dimana akan dilihat perubahan pada resistansi permukaan isolator kaca yang digunakan pada pengujian ini akibat diberinya tegangan tertentu.
- f. Pengaruh perubahan tegangan uji terhadap rugi daya nyata rata-rata dan pengaruh perubahan tegangan uji terhadap rugi energi rata-rata dalam kurun waktu satu tahun. Dimana akan dilihat nilai rugi daya nyata rata-rata akibat perubahan tegangan uji dimana 2kV-20Kv untuk kurun waktu satu tahun.

3.5 Objek Uji

Pada penelitian ini objek uji yang utama adalah isolator kaca *flat*. Dimana isolator kaca *flat* yang digunakan adalah isolator kaca *flat* yang harus memiliki karakteristik baik sebagai isolator. Menggunakan isolator kaca yang berupa kaca *flat* berbentuk persegi yang banyak dijual dipasaran yang memiliki permukaan yang mulus tanpa adanya bekas di bagian permukaan isolator yang akan digunakan pada pengujian ini.

Akan digunakan isolator kaca *flat* dengan ketentuan seperti diatas sebanyak yang dibutuhkan. Dimana pada bagian atas dan bawah isolator kaca *flat* ini akan diberi aluminium yang dibentuk sesuai dengan elektroda yang ditentukan yang berfungsi sebagai elektroda plat pada isolator ini, yang pada umumnya juga digunakan pada isolator tegangan tinggi.

Hal yang harus dilakukan pada objek uji sebelum dilakukan penelitian adalah, menyiapkan isolator kaca *flat* yang sudah di atur bentuk, ketebalan dan lebarnya. Setelah bahan isolator sesuai dengan yang diharapkan maka semua permukaan isolator dibersihkan dan dipastikan tidak ada bekas goresan pada permukaan isolator, akan lebih baik jika permukaan isolator dibersihkan dengan cara mencuci kaca yang akan digunakan sebagai isolator kaca dengan air dan sabun dan dibilas lagi dengan air bersih agar debu yang menempel pada permukaan isolator dapat terangkat. Perlunya pembersihan pada permukaan isolator agar polutan yang menempel pada permukaan kaca yang akan digunakan sebagai isolator kaca dapat dihilangkan, karena polutan ini akan mempengaruhi nilai arus bocor pada pengujian ini.

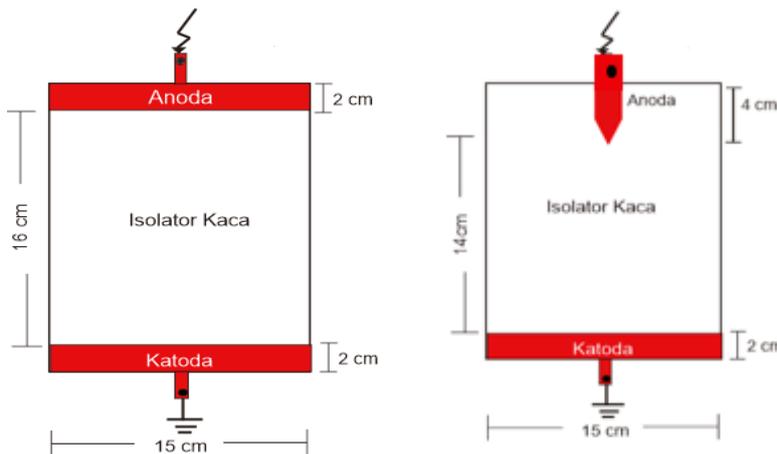
Jika permukaan kaca yang akan digunakan sebagai isolator kaca ini bersih, maka akan meningkatkan performansi dari kinerja isolator tersebut untuk menahan arus bocor yang

akan terjadi pada permukaan isolator kaca *flat* tersebut. Jika permukaan isolator kaca *flat* dalam keadaan bersih maka isolator kaca *flat* ini juga akan memiliki nilai resistansi yang besar dibandingkan dengan isolator kaca yang permukaannya terkena polutan, maka dari itu kaca yang akan digunakan sebagai isolator kaca pada pengujian ini harus dibersihkan sebersih mungkin agar hasil yang tepat dan benar dapat di peroleh pada pengujian ini. Bentuk dari kaca *flat* yang akan digunakan sebagai isolator kaca pada pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



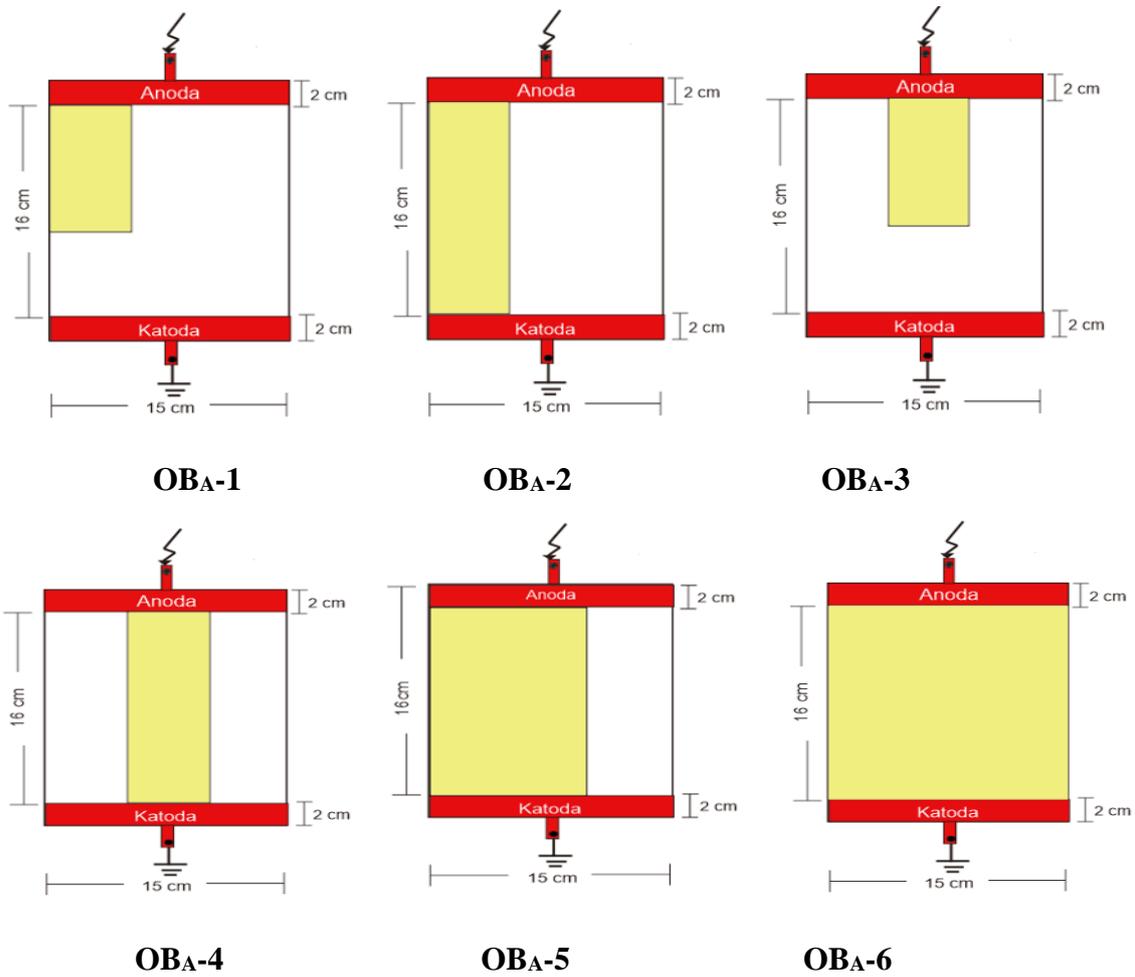
Gambar 3. 3 Gambar kaca flat yang digunakan sebagai isolator kaca pada pengujian

3.5.1 Mekanisme Pembuatan Desain Isolator Kaca

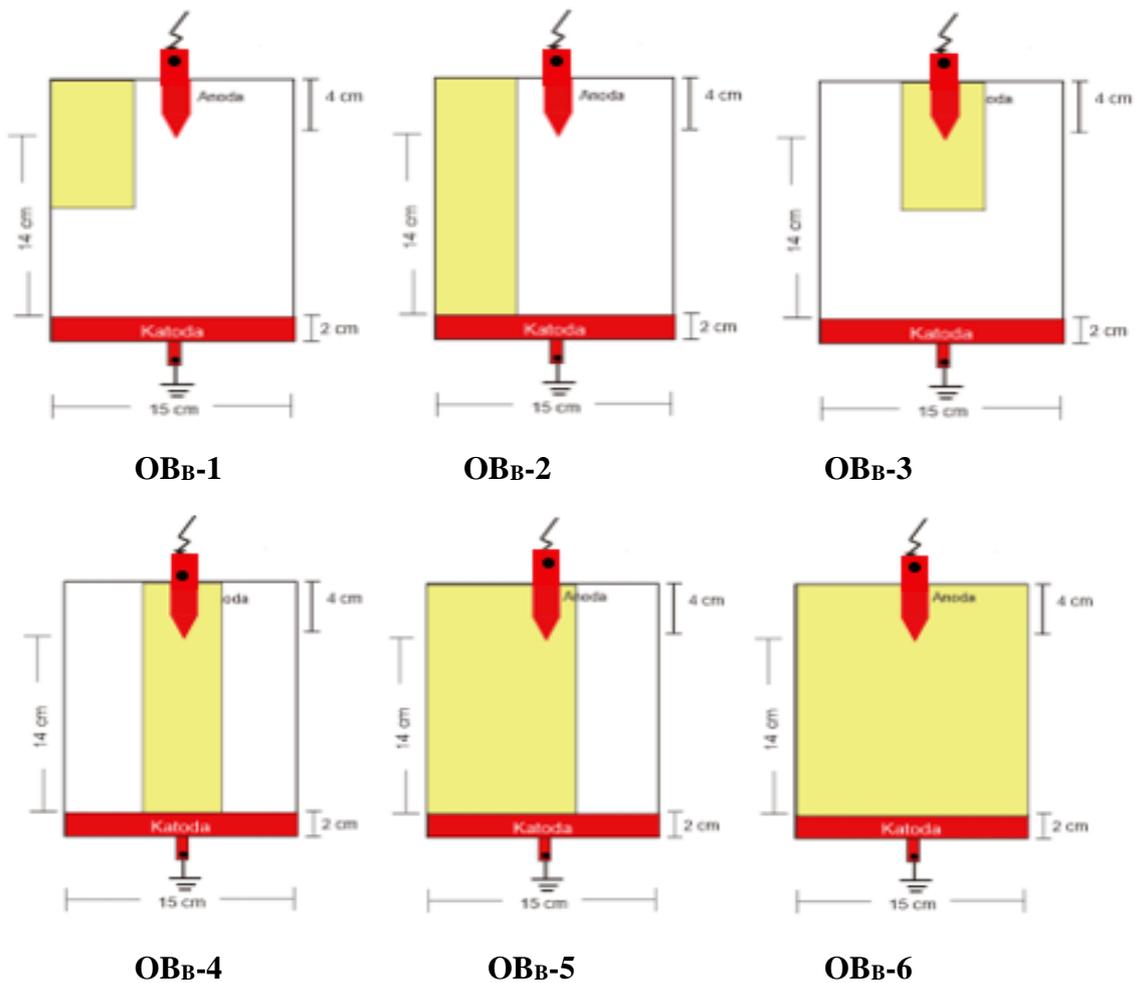


Gambar 3. 4 Desain kaca yang digunakan sebagai isolator kaca dengan elektroda plat berbentuk plat-plat dan elektroda plat berbentuk plat-jarum tampak depan

Isolator kaca yang digunakan pada pengujian ini menggunakan kaca *flat* dengan ketebalan 6 mm yang digunakan sebagai bentuk dari representasi permukaan dari isolator piring. Permukaan konduktor atas dan permukaan konduktor bawah terbuat dari bahan aluminium dengan panjang 20 cm, lebar 2 cm dan ketebalan 1 mm. Anoda yang dihubungkan dengan tegangan tinggi dan katoda dihubungkan ke pembumian. Hal ini sesuai dengan pemasangan isolator pada tegangan tinggi. Setelah semua terpasang, maka pada sisi permukaan kaca yang digunakan sebagai isolator kaca akan dioleskan larutan natrium klorida (NaCl) yang akan digunakan sebagai zat pengotor pada isolator kaca *flat*, sedangkan aluminium dipakai sebagai elektroda pada pengujian ini karena memiliki sifat penghantar listrik yang cukup baik, elektroda yang telah di jepitkan ke permukaan kaca lalu dihubungkan ke rangkaian.



Gambar 3. 5 Pemberian larutan NaCl sebagai pengotor berdasarkan letak posisi pada isolator kaca dengan menggunakan elektroda plat berbentuk plat-plat

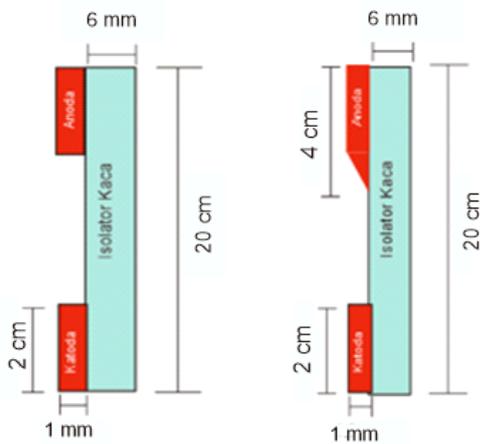


Gambar 3. 6 Pemberian larutan NaCl sebagai pengotor berdasarkan letak posisi pada isolator kaca dengan menggunakan elektroda plat berbentuk plat-jarum

Keterangan:

- OB_A-1 : Pita konduksi berada di samping kiri dengan panjang 1/3 dari panjang objek uji dan lebar 5 cm pada permukaan objek uji dengan menggunakan elektroda plat berbentuk plat-plat.
- OB_A-2 : Pita konduksi berada di samping kiri dengan panjang 2/3 dari panjang objek uji dan lebar 5 cm pada permukaan objek uji dengan menggunakan elektroda plat berbentuk plat-plat..

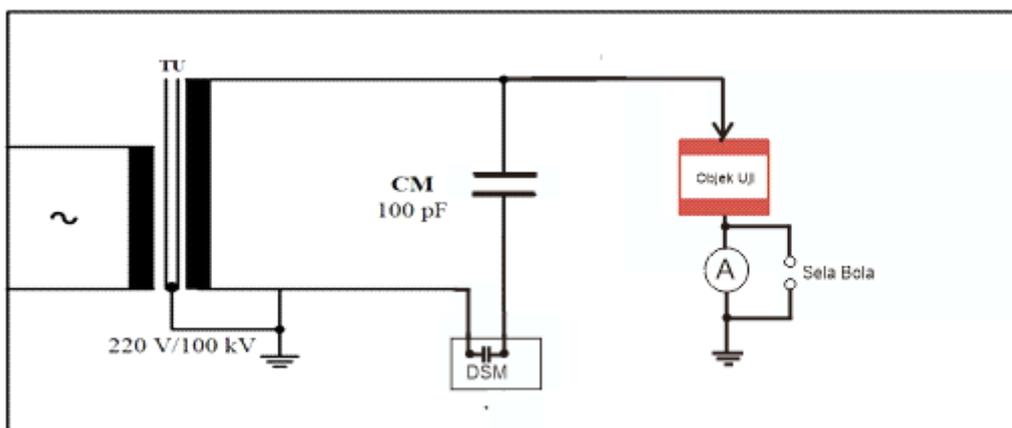
- OB_A-3 : Pita konduksi berada di tengah dengan panjang $\frac{1}{3}$ panjang objek uji dan lebar 5 cm pada permukaan objek uji dengan menggunakan elektroda plat berbentuk plat-plat.
- OB_A-4 : Pita konduksi berada di tengah dengan panjang 20 cm dan lebar 5 cm pada permukaan objek uji dengan menggunakan elektroda plat berbentuk plat-plat.
- OB_A-5 : Pita konduksi berada pada bagian samping kiri dan tengah, dengan panjang 20 cm dan lebar 10 cm pada permukaan objek uji dengan menggunakan elektroda plat berbentuk plat-plat.
- OB_A-6 : Pita konduksi berada pada bagian penuh samping kiri, tengah dan samping kanan dengan panjang 20 cm dan lebar 15 cm pada permukaan objek uji dengan menggunakan elektroda plat berbentuk plat-plat.
- OB_B-1 : Pita konduksi berada d.i samping kiri dengan panjang $\frac{1}{3}$ dari panjang objek uji dan lebar 5 cm pada permukaan objek uji dengan menggunakan elektroda plat berbentuk plat-jarum.
- OB_B-2 : Pita konduksi berada di samping kiri dengan panjang 20 cm dan lebar 5 cm pada permukaan objek uji dengan menggunakan elektroda plat berbentuk plat-jarum.
- OB_B-3 : Pita konduksi berada di tengah dengan panjang $\frac{1}{3}$ panjang objek uji dan lebar 5 cm pada permukaan objek uji dengan menggunakan elektroda plat berbentuk plat-jarum.
- OB_B-4 : Pita konduksi berada di tengah dengan panjang 20 cm dan lebar 5 cm pada permukaan objek uji dengan menggunakan elektroda plat berbentuk plat-jarum.
- OB_B-5 : Pita konduksi berada pada bagian samping kiri dan tengah, dengan panjang 20 cm dan lebar 10 cm pada permukaan objek uji dengan menggunakan elektroda plat berbentuk plat-jarum.
- OB_B-6 : Pita konduksi berada pada bagian penuh samping kiri, tengah dan samping kanan dengan panjang 20 cm dan lebar 15 cm pada permukaan objek uji dengan menggunakan elektroda plat berbentuk plat-jarum.



Gambar 3. 7 Desain kaca yang digunakan sebagai isolator kaca dengan elektroda plat berbentuk plat-plat dan elektroda plat berbentuk plat-jarum tampak samping

3.6 Rangkaian Percobaan

3.6.1 Rangkaian Pengujian Arus Bocor Permukaan Isolator Kaca

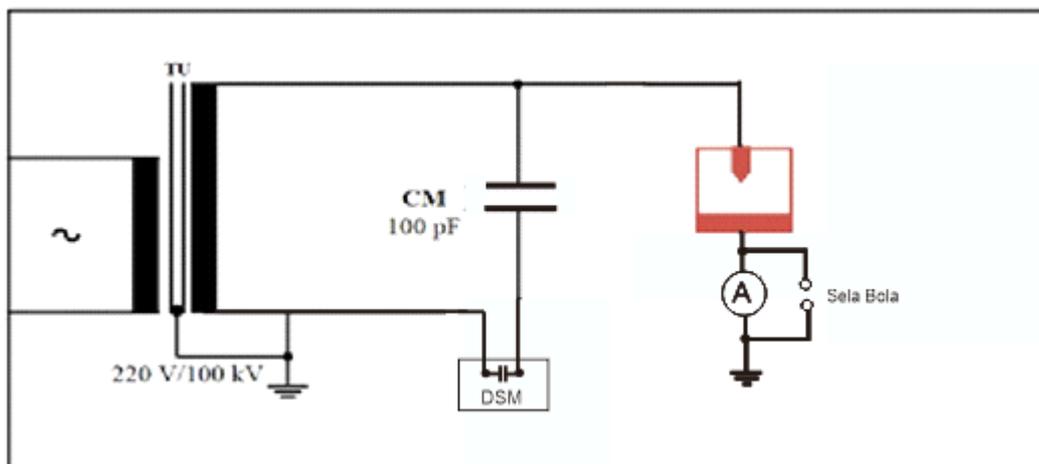


Gambar 3. 8 Rangkaian pengujian arus bocor pada permukaan isolator kaca dengan elektroda plat berbentuk plat-plat.

Sumber: Laboratorium Tegangan Tinggi JTE-UB

Pada trafo pengukuran (*instrument transformation*) memiliki belitan sisi primer dan sekunder, dengan nilai masing-masing 220V/100kV. Trafo uji berfungsi untuk membangkitkan tegangan tinggi AC. Didalam pengujian agar tegangan kerjanya naik pada

sisi primer trafo dapat diubah-ubah melalui meja kontrol (*control desk*) yang terdapat di laboratorium tegangan tinggi, sedangkan pada sisi skunder trafo uji dihubungkan dengan C_M , yakni pembagi kapasitif. C_M berfungsi sebagai pengaman DSM (alat ukur tegangan tinggi AC). Untuk memperoleh penurunan tegangan masukan pada DSM maka dipasang C_M (pembagi kapasitif), lalu pada sisi sekunder trafo dihubungkan dengan objek uji, lengkap dengan elektroda yang terbuat dari aluminium yang sudah di rekatkan pada permukaan isolator kaca. Ampermeter digital yang digunakan untuk menghasilkan nilai arus bocor pengukuran pada permukaan isolator kaca dihubungkan seri dengan rangkaian, kemudian ampermeter dihubungkan paralel dengan sela bola. Pemasangan sela bola berguna untuk melindungi alat ukur ampermeter dari kerusakan yang mungkin bisa terjadi. Sela bola yang diparalel dengan ampermeter dihubungkan ke tanah. Untuk menjaga keamanan pengujian ini dari tegangan tinggi maka objek uji dihubungkan dengan ground.



Gambar 3. 9 Rangkaian pengujian arus bocor pada permukaan isolator kaca dengan elektroda plat berbentuk plat-jarum

Sumber: Laboratorium Tegangan Tinggi JTE-UB

Penjelasan gambar 3.9 sama seperti penjelasan pada gambar 3.8, hanya saja pada gambar 3.9 elektroda yang digunakan adalah elektroda plat berbentuk plat-jarum. Pada elektroda plat berbentuk jarum dihubungkan pada tegangan tinggi AC, sedangkan elektroda

plat berbentuk plat-plat dihubungkan terhadap amperemeter yang di hubung paralel dengan sela bola yang di ground.

Dibawah ini adalah tiap-tiap komponen pengujian tingkat arus bocor:

1. Isolator kaca dan larutan NaCl : objek uji
2. Trafo uji : 220V/100 kV, 5 kVA, 50Hz
3. DSM : Alat untuk tegangan tinggi AC
4. Ampremeter Digital : Alat untuk arus bocor
5. C_M : Pembagi kapasitif (100pF)

3.7 Pengujian Arus Bocor Pada Objek Uji

Setelah rangkain dirangkai seperti gambar 3.4 dan 3.5, selanjutnya yang akan dilakukan adalah mengatur tegangan uji AC sesuai yang diharapkan, yakni 5kV,10kV,15kV,20kV,25Kv, kemudian nilai tegangan yang muncul akan di catat pada tabel nilai tegangan uji yang muncul pada *control desk*. Nilai arus bocor dapat dilihat pada alat ukur amper meter yang diatur dengan keluaran (μA), setelah itu nilai arus bocor pengukuran akan di catat pada tabel nilai arus bocor yang muncul pada alat ukur amper meter.