

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa hal yang akan diamati, diantaranya pengaruh kelembaban udara, suhu, dan variasi tegangan terhadap nilai arus bocor isolator pada kondisi bersih dan nilai arus bocor isolator pada kondisi berpolutan garam. Parameter untuk variabel yang digunakan mengimplementasikan kondisi sebenarnya di lapangan. Parameter kelembaban udara divariasikan 30% - 85% RH, dengan interval kenaikan 10%. Variasi suhu mulai 30°C - 60°C, dengan interval kenaikan 10°C. Sedangkan untuk variasi tegangan kerja digunakan 2 – 12 kV dengan kenaikan tiap tegangan 2 kV.

3.2 Objek Uji

Ada dua jenis objek uji pada pengujian tegangan tinggi, yaitu spesimen dan peralatan listrik. Jika objek uji berupa peralatan listrik, maka material yang diuji adalah isolasi eksternal dan isolasi internal peralatan listrik tersebut. Isolasi eksternal adalah udara dan isolasi padat yang terpasang diluar peralatan. Sifat listrik isolasi eksternal dipengaruhi kondisi udara, polutan, dan mikro-organisme yang menempel pada permukaan bahan isolasi. (Tobing, 2012, p.7)

Langkah pertama sebelum melakukan pengujian adalah memilih objek uji (isolator) yang akan dipakai. Isolator yang dipakai harus memiliki bahan, ukuran, dan warna yang sama. Secara fisik tidak mengalami cacat baik berupa goresan, maupun retak. Dengan demikian isolator tersebut diharapkan masih dalam kondisi layak pakai.

Objek uji dalam penelitian ini berupa isolator pin berbahan dasar porselen. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian arus bocor pada isolator bersih dengan variasi kelembaban dan suhu tertentu dan pengujian arus bocor dengan penambahan polutan garam dengan variasi kelembaban dan suhu tertentu. Bentuk isolator pin yang dimaksud ditunjukkan pada Lampiran 1.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan dan peralatan yang digunakan pada penelitian ini agar mendapatkan nilai arus bocor pada isolator pin, antara lain:

- a. Isolator Pin : Objek uji
- b. *HV Transformer* (Trafo Uji) : 220 V/100 kV, 5 kVA, 50 Hz

- | | |
|----------------------------|---|
| c. C_M | : Pembagi kapasitif (100 pF) |
| d. DSM | : Alat ukur tegangan tinggi AC |
| e. SB (Sela Bola) | : Susunan elektroda bola-bola |
| f. <i>Amperemeter</i> | : Alat ukur arus listrik |
| g. Ruang uji | : Tempat pengujian berukuran 50 cm ³ |
| g. <i>Air Humidifier</i> | : Pengatur kelembaban udara |
| h. Lampu Pijar | : Pemanas suhu dalam ruang uji |
| i. Rangkaian <i>Dimmer</i> | : Pengatur nyala lampu pijar |
| j. Sensor SHT 11 | : Sensor ukur kelembaban dan suhu |
| k. <i>Arduino UNO R3</i> | : Mikrokontroler |
| m. <i>LCD 16x2</i> | : Layar penampil kelembaban dan suhu |

Untuk mengukur kelembaban udara dan suhu pada ruang uji digunakan sensor SHT 11. Adapun bentuk sensor SHT 11 dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Sensor SHT 11
Sumber : www.robotronix.com

Data mentah yang dikeluarkan oleh sensor SHT 11 kemudian diolah oleh mikrokontroler. Adapun mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino UNO R3 yang merupakan modul mikrokontroler buatan Arduino dan IC pengolah datanya merupakan keluarga dari Atmel AVR dan *software* dari Arduino memiliki bahasa pemrograman sendiri berbeda dengan produk Atmel yang lain. Bentuk Arduino UNO R3 dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Arduino UNO R3
Sumber : www.arduino.com

Data sinyal dari sensor yang sudah diolah menggunakan mikrokontroler Arduino kemudian ditampilkan menggunakan layar LCD 16x2. Adapun tampilan dari LCD dapat dilihat seperti pada Gambar 3.3 dibawah ini.

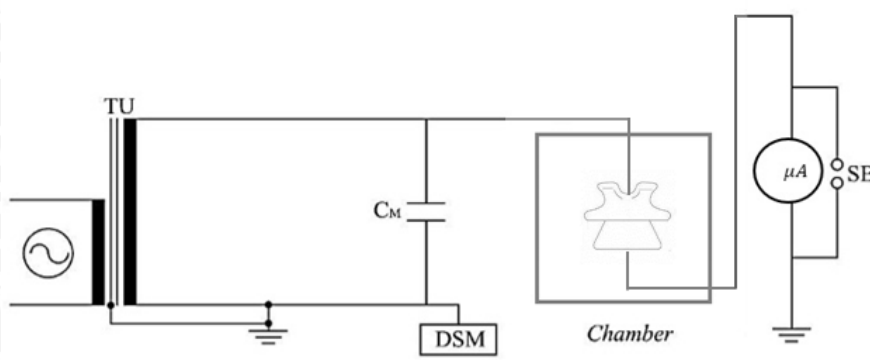


Gambar 3.3 Tampilan pada layar LCD 16x2
Sumber : Penulis

3.4 Rancangan Penelitian

3.4.1 Rangkaian pengujian arus bocor

Rangkaian pengujian yang digunakan untuk mengetahui arus bocor pada isolator pin akan diberikan seperti pada Gambar 3.4. Dalam pengujian arus bocor digunakan tegangan bolak-balik (AC). Hal ini dilakukan untuk menggambarkan kondisi sebenarnya dilapangan di mana tegangan sistem yang digunakan adalah menggunakan tegangan bolak-balik.



Gambar 3.4 Rangkaian pengujian arus bocor pada isolator pin
Sumber : Laboratorium Tegangan Tinggi JTE-UB

Pada rangkaian, tegangan tinggi AC yang digunakan bersumber dari jaringan PLN lalu dinaikkan orde tegangannya menggunakan trafo uji. Untuk pengukuran tegangan tinggi, digunakan kapasitor pembagi (CM) sebelum masuk ke alat ukur (DSM) pada *control desk*.

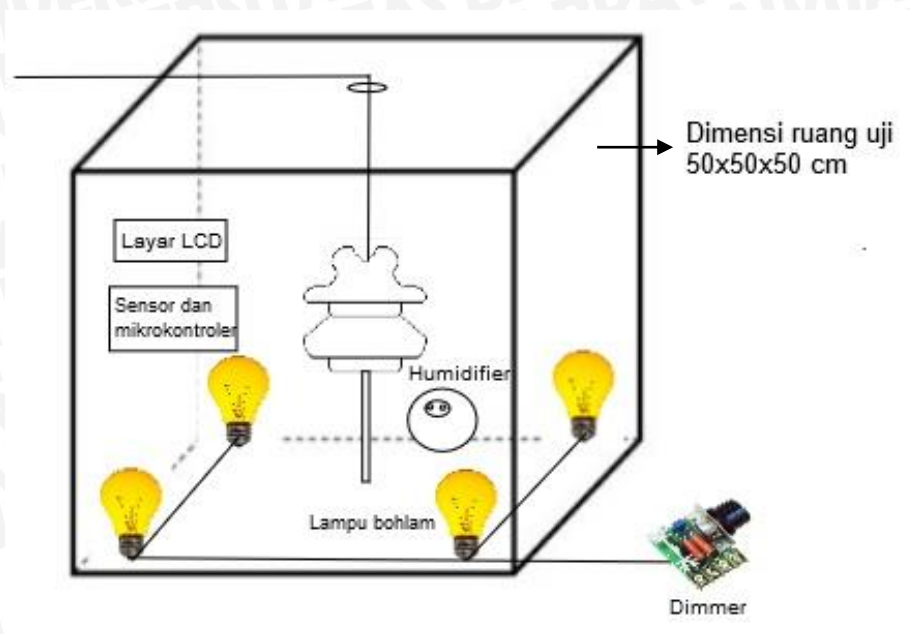
Tegangan tinggi AC dibangkitkan melalui trafo uji. Pada saat pengujian, untuk menaikkan tegangan kerja pada sisi primer trafo dapat diatur melalui *control desk*, pada sisi sekunder trafo dihubungkan dengan CM dan isolator pin. Untuk kebutuhan pengukuran dibutuhkan CM untuk digunakan sebagai pengaman DSM, DSM merupakan alat ukur

tegangan tinggi AC, agar tegangan yang akan masuk pada DSM akan diturunkan terlebih dahulu oleh CM. Sisi sekunder trafo dihubungkan juga dengan isolator pin, dengan bagian atas dari isolator pin dibumikan. Alat ukur arus listrik (*amperemeter*) dipasang secara seri pada isolator pin.

Besarnya arus bocor yang terjadi akan langsung ditampilkan pada *amperemeter*, arus bocor yang terukur mempresentasikan arus yang melalui permukaan isolator. Digunakan juga sela bola yang dipasang paralel dengan *amperemeter* dengan tujuan agar melindungi alat ukur bila terjadi tegangan tembus. Tegangan kerja yang dikenakan dinaikkan secara bertahap dan diukur arus bocornya. Pada setiap tahap tegangan kerja akan dibiarkan selama 1 menit dan diukur kembali arus bocornya. Hal ini dilakukan sebanyak tiga kali untuk satu tahap tegangan kerja, kemudian diambil nilai rata-ratanya.

3.4.2 Rancangan ruang uji

Untuk pengujian pengaruh kelembaban udara dan suhu pada isolator dilakukan pada ruang uji berukuran 50 cm x 50 cm x 50 cm. Langkah awal yang dilakukan adalah mengatur variasi tingkat kelembaban udara di dalam ruang uji. Pengondisian kelembaban udara dapat diatur dengan menggunakan *air humidifier* sampai batas nilai presentase tertentu. Setelah nilai kelembaban udara telah sesuai, langkah selanjutnya mengatur suhu udara di dalam ruang uji. Untuk mengatur suhu yang diinginkan dilakukan dengan cara menyambungkan 4 bohlam lampu yang terpasang di dalam ruang uji dengan rangkaian *dimmer*. Sehingga intensitas terang dan redupnya cahaya lampu dapat diatur dari luar ruang uji. Semakin terang cahaya lampu bohlam maka semakin tinggi pula suhu udara di dalam ruang uji. Ruang uji sendiri dilengkapi dengan *styrofoam*, yang dipasang mengelilingi seluruh sisi permukaan. Pemasangan *styrofoam* dilakukan untuk menjaga kelembaban udara dan suhu dalam ruang uji tetap stabil selama proses pengambilan data. Di dalam ruang uji, ditambahkan sensor SHT 11 yang berfungsi sebagai alat pendeteksi kelembaban dan suhu dalam ruang uji. Sensor SHT 11 dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino UNO R3, yang berfungsi mengubah data mentah dari sensor untuk selanjutnya ditampilkan pada layar. Nilai kelembaban dan suhu dalam ruang uji ditampilkan pada LCD. Kemudian dilakukan pengujian apabila semua nilai variabel telah sesuai. Rancangan ruang uji dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Ilustrasi ruang uji arus bocor

Sumber: Penulis

3.4.3 Pembumian

Pengujian arus bocor pada isolator pin merupakan percobaan tegangan tinggi, sehingga untuk menjaga keselamatan dalam pemakaiannya, semua peralatan yang bersifat dapat dialiri oleh arus listrik dalam keadaan normal atau sedang tidak dialiri arus listrik harus dikebumikan, sehingga mempunyai potensial yang sama dengan tanah dan tidak mempengaruhi hasil pengukuran.

3.5 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah penelitian untuk mencari nilai pengaruh kelembaban udara, suhu, dan polutan garam terhadap arus bocor isolator pin meliputi :

1. Pemilihan objek uji.

Objek uji yang digunakan adalah isolator pin berbahan porselen. Adapun kondisi pengujian berupa pengujian isolator bersih dan pengujian isolator berpolutan garam

2. Mempersiapkan ruang uji

Variabel yang diuji dalam ruang uji adalah variasi kelembaban udara dan suhu. Dalam ruang uji dilengkapi dengan *air humidifier* sebagai alat pelembab ruang dan menggunakan lampu pijar untuk memberikan radiasi panas dan menaikkan suhu. Ruang uji juga dilengkapi dengan *styrofoam* yang berfungsi untuk menjaga kelembaban dan suhu di dalamnya tetap stabil.

3. Metode Pengukuran.

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian isolasi terkontaminasi dengan metode pengujian pra kontaminasi dan pengujian pasca kontaminasi. Seluruh permukaan objek uji dilapisi terlebih dahulu dengan polutan secara merata. Bahan pelapis yang digunakan berupa campuran air, bahan non-konduktif, dan garam. Garam digunakan untuk mengatur resistivitas polutan. Setelah lapisan polutan kering, objek uji dimasukkan ke dalam ruang uji. Kemudian tegangan pengujian yang sudah ditentukan diterapkan pada objek uji. (Tobing, 2012, p.14)

3.6 Proses Pengujian

Pengujian arus bocor dilakukan pada dua kondisi, yaitu kondisi bersih dan kondisi berpolutan garam. Pada pengujian kondisi bersih, sebelum isolator tersebut diuji, dilakukan pembersihan menyeluruh untuk membersihkan kandungan-kandungan polutan pada permukaan isolator. Hal ini dilakukan karena segala bentuk dan macam kotoran dapat mempengaruhi kekuatan dielektrik isolator secara langsung. Pembersihan dilakukan dengan mencuci isolator dengan sabun dan dibilas dengan air bersih, lalu dikeringkan seluruh permukaannya menggunakan kain yang lembut. Isolator dimasukkan ke dalam ruang uji untuk selanjutnya dilakukan pengujian arus bocor yang divariasikan terhadap kelembaban udara, suhu, dan variasi tegangan.

Untuk pengujian pada kondisi berpolutan garam, setelah proses pembersihan, permukaan isolator disemprot dengan cairan garam secara merata. Kemudian isolator dijemur sampai garam mengering dan menempel diatas permukaan isolator. Polutan garam yang disemprotkan adalah garam dapur yang dilarutkan ke dalam air. Seperti pengujian sebelumnya, isolator dimasukkan ke dalam ruang uji. Dengan variabel yang sama, selanjutnya dilakukan pengujian arus bocor isolator berpolutan garam yang divariasikan terhadap kelembaban udara, suhu, dan variasi tegangan.

Langkah pertama, masukan isolator ke dalam ruang uji. Kemudian mengatur kondisi ruang uji. Suhu dalam ruang uji diatur tetap, kemudian divariasikan terhadap kelembaban udara. Setelah kondisi kelembaban dan suhu di dalam ruang uji sesuai, selanjutnya tegangan kerja dimasukkan ke dalam rangkaian dengan mengatur besarnya tegangan melalui *control desk*. Kemudian nilai arus bocor yang terukur dicatat setiap variasi tingkat kelembaban, suhu, dan variasi tegangan. Setiap pengujian diulangi sebanyak 3x dan diambil nilai rata-ratanya. Setelah itu, data hasil pengujian diformulasikan berdasarkan variabel yang ada terhadap kondisi bersih dan berpolutan, yaitu: (1) data hasil pengujian arus bocor terhadap

variasi kelembaban, (2) data hasil pengujian arus bocor terhadap variasi suhu, dan (3) data hasil pengujian arus bocor terhadap variasi tegangan. Selanjutnya, dihitung nilai resistansi isolator pada setiap variabel. Kemudian menganalisis dan menentukan hubungan setiap variabel dengan kinerja isolator berdasarkan data hasil pengujian

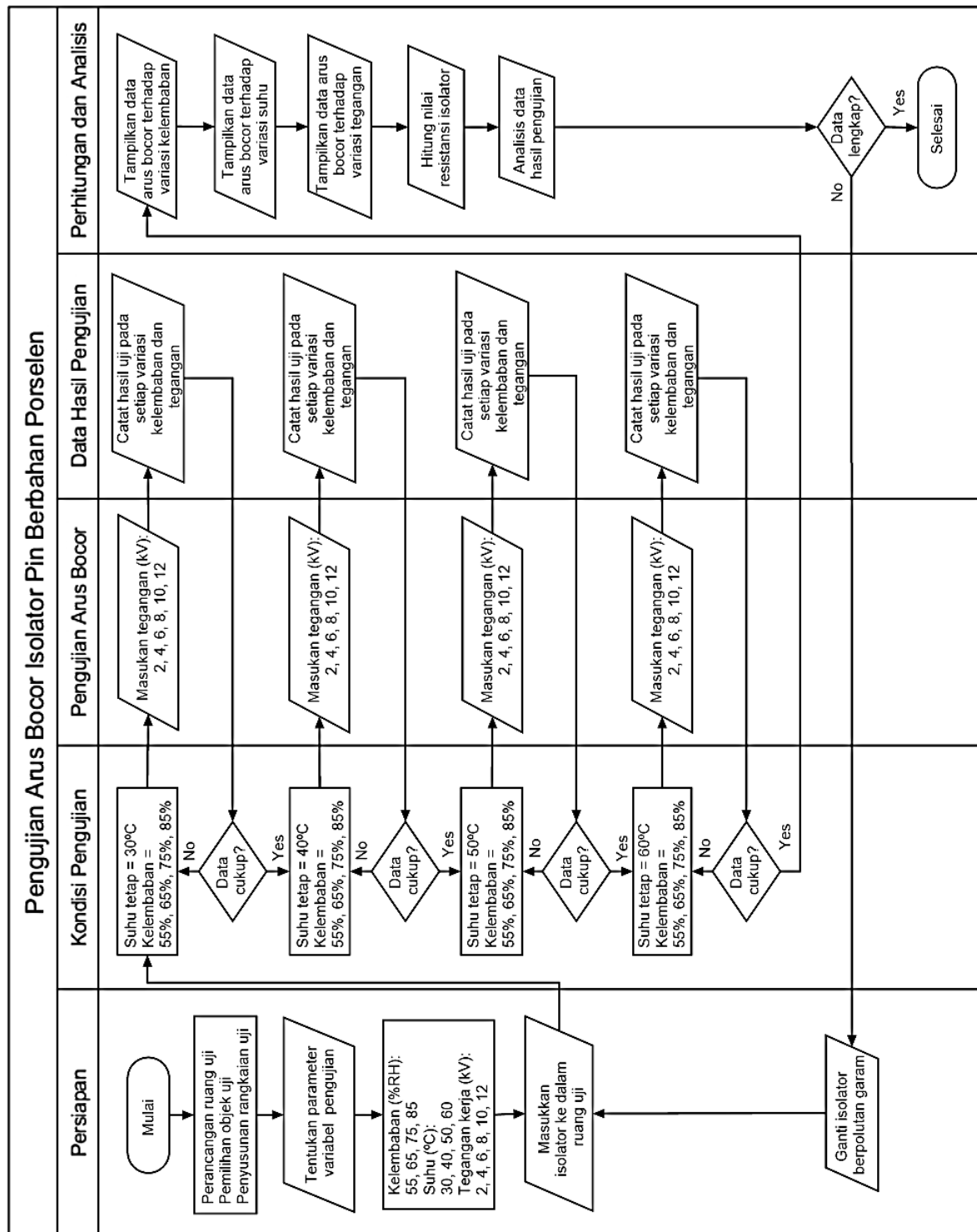
3.7 Analisis Hasil Pengujian

Analisis data dalam penelitian ini mencakup beberapa hal, yaitu:

1. Analisis pengaruh kelembaban udara terhadap arus bocor isolator pin pada kondisi bersih dan kondisi berpolutan garam.
2. Analisis pengaruh suhu terhadap arus bocor isolator pin pada kondisi bersih dan berpolutan garam.
3. Analisis pengaruh variasi tegangan terhadap arus bocor isolator pin pada kondisi bersih dan berpolutan garam.
4. Analisis pengaruh kelembaban udara dan suhu terhadap nilai resistansi permukaan isolator pin pada kondisi bersih dan berpolutan garam.



3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.6 Diagram alir pengujian arus bocor isolator pin

Sumber: Penulis