

## BAB III

### METODE PENELITIAN

Pada prinsipnya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah minyak sawit (*palm oil*) dapat digunakan sebagai isolasi cair pengganti minyak trafo, dengan melakukan pengujian tegangan tembus (*Breakdown Voltage*). Untuk mengetahui hal tersebut penulis melakukan penelitian pada minyak sawit (*palm oil*) dengan menggunakan minyak goreng “SUNCO” sebagai sampel pengujian. Penulis menggunakan sampel minyak sawit baru dan minyak sawit bekas pakai sebagai bahan uji.

Menurut standar SPLN 49-1:1982 tegangan tembus minyak isolasi baru sebelum diolah  $\geq 30$  kV/2,5 mm dan  $\geq 50$  kV/2,5 mm untuk minyak isolasi baru yang sudah diolah dapat dilihat pada tabel 2.4. Adapun nilai standar tegangan tembus untuk minyak isolasi pakai adalah : pada peralatan dengan tegangan  $\geq 170$  kV batas yang diperbolehkan  $\geq 50$  kV/2,5 mm, peralatan dengan tegangan 70-170 kV batas yang diperbolehkan  $\geq 40$  kV/2,5 mm, dan untuk peralatan dengan tegangan  $\leq 70$  kV batas yang diperbolehkan  $\geq 30$  kV/2,5 mm. Berdasarkan standar tersebut penulis mencoba melakukan pengujian pada minyak sawit dengan menerapkan tegangan tinggi AC frekuensi tenaga 50 Hz.

#### 3.1 Pengujian Isolasi Cair Menurut Standar IEC 156

Urutan pengujian isolasi cair berdasarkan IEC 156 adalah sebagai berikut: (Budiyantoro E. dkk. 2008)

1. Sampel minyak sawit yang akan diuji terlebih dahulu di filter untuk menghilangkan partikel padat dan minyak sawit dipanaskan pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  untuk menghilangkan uap air yang terkandung dalam minyak sawit.
2. Setelah mencapai suhu tersebut minyak sawit didinginkan kembali sampai pada suhu ruang yaitu sekitar  $25^{\circ}\text{C}$  —  $30^{\circ}\text{C}$ . Saat pendinginan minyak ditutup menggunakan kertas saring. Sebelum minyak dituang, Gelas Uji harus dalam keadaan bersih dan kering.
3. Pada saat menuang minyak ke dalam Gelas Uji harus hati-hati agar tidak menimbulkan gelembung gas dalam minyak.
4. Banyaknya minyak harus sedemikian rupa sehingga tingginya di atas puncak elektroda lebih dari 20 mm atau 40 mm dari sumbu elektroda.
5. Kemudian minyak dibiarkan kira-kira 10 menit untuk menghilangkan gelembung gas yang masih mungkin terjadi saat pengisian minyak ke dalam Gelas Uji.
6. Selanjutnya tegangan dinaikkan secara bertahap sampai terjadi tembus listrik
7. Setelah terjadi tembus listrik minyak diaduk dengan suatu tangkai tipis dan bersih untuk menghilangkan gelembung gas yang timbul saat terjadi tembus listrik.
8. Setelah terjadi tembus listrik elektroda juga harus di periksa untuk meyakinkan bahwa elektroda tidak mengalami kerusakan pada permukaannya yang diakibatkan saat terjadi tembus listrik.
9. Selang dua menit pengujian di ulang kembali sampai dengan enam kali pengujian.

10. Tegangan tembus dari ke-enam pengujian dijumlahkan untuk mendapatkan tegangan tembus rata-rata.

## 3.2 Prosedur Penelitian

### 3.2.1 Keselamatan Kerja (*Safety*)

Mengingat pentingnya keselamatan kerja pada sebuah laboratorium terutama pada laboratorium tegangan tinggi, adapun langkah-langkah pengamanan tersebut adalah :

- a) Pahami prosedur keselamatan kerja khususnya keselamatan kerja pada laboratorium tegangan tinggi.
- b) Memastikan semua pentanahan (*Grounding*) dan sambungan rangkaian telah terhubung dengan baik sebelum pengujian dimulai
- c) Memastikan tidak ada orang dalam sangkar faraday sebelum dimulai pengujian
- d) Sebelum pengujian dilaksanakan pastikan orang-orang yang terlibat dalam pengujian dalam kondisi siaga.
- e) Pimpin percobaan dalam uji kelayakan yang direkomendasikan.
- f) Pantau parameter utama seperti tegangan dan arus.
- g) Memastikan *power supply* utama dimatikan sebelum masuk ke area pengujian.
- h) Selalu lepaskan bagian komponen peralatan tegangan tinggi dengan menggunakan batang pentanahan (*earthing rod*).

- i) Memastikan alat uji dalam keadaan aman walaupun tidak dalam keadaan digunakan.
- j) Selalu melakukan check dan recheck setiap selesai melakukan pengujian.

### 3.2.2 Pagar Pengaman

Pagar pengaman diperlukan untuk melindungi atau membatasi untuk memasuki daerah atau zona bahaya. Pagar harus dapat dihubungkan dengan konduktivitas satu sama lain, ditanahkan dan dilengkapi dengan papan peringatan seperti: “perhatian! (*Caution!*), Tegangan Tinggi ! (*High Voltage!*), Berbahaya! (*Danger!*)”.

Pagar pengaman untuk tegangan sampai dengan 1 MV jarak ruangan komponen-komponen pada tegangan tinggi tidak boleh dikurangi.

- a. Untuk tegangan bolak-balik dan searah : 50 cm untuk setiap 100 kV
- b. Untuk tegangan impuls : 20 cm untuk setiap 100 kV



Gambar 3.1 Pagar Pengaman

### 3.2.3 Kunci Pengaman

Dalam pengaturan tegangan tinggi setiap pintu harus dilengkapi dengan saklar pengaman, pada saat pintu terbuka maka saklar pengaman akan membuka relay *Power Circuit Breaker* (PCB). PCB hanya dapat beroperasi apabila pintu dalam kondisi tertutup.



Gambar 3.2 Kunci Pengaman

Kondisi saklar pengaturan harus ditunjukkan dengan indikator lampu, apabila LAMPU MERAH menyala artinya kondisi ON (*Setup Switched On*) dan pada saat LAMPU MERAH menyala artinya kondisi OFF (*Setup Switched Off*).



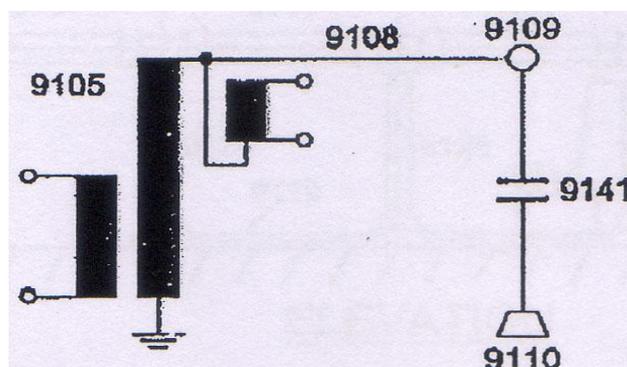
Gambar 3.3 Lampu Indikator Saklar Pengaman

### 3.2.4 Pentanahan (*Grounding*)

Pentanahan sangat penting dalam instalasi tegangan tinggi. Pentanahan hanya dapat dipengaruhi oleh konduktor yang ditanahkan di dalam pagar. Untuk memastikan tidak adanya tegangan sisa pada peralatan tegangan tinggi dilakukan dengan menyentuhkan batang prntanahan (*earthing rod*).

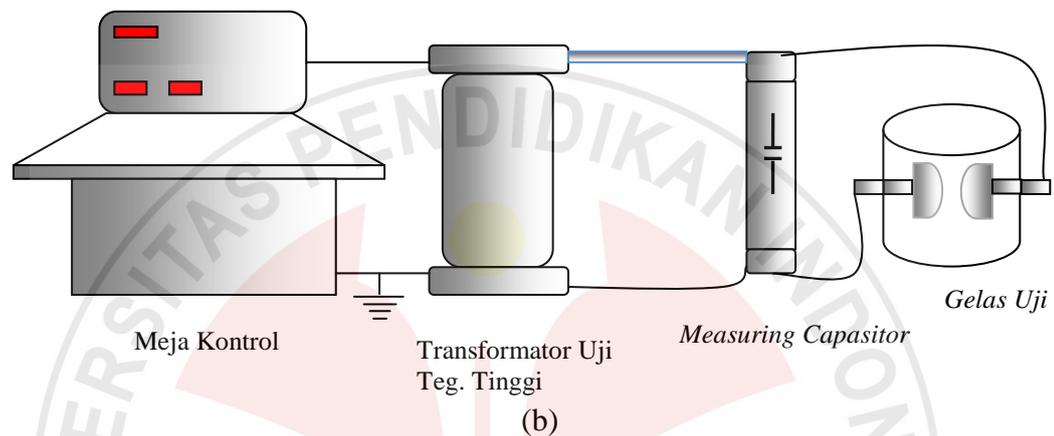
### 3.2.5 Instruksi Perakitan

1. Tempatkan meja control (*control desk*) pada jarak aman dari daerah perakitan tegangan tinggi yakni diluar pagar laboratorium tegangan tinggi.
2. Pastikan *power supply* memenuhi persyaratan sebagaimana diatur dalam meja control (*control desk*).
3. Pastikan daerah perakitan instalasi tegangan tinggi bersih dan bebas debu.
4. Lakukan pengujian tegangna tinggi sesuai dengan rangkaian pengujian dan bagan pengujian tegangan tinggi.



(a)

HV9105 = 1  
 HV9141 = 1  
 HV9108 = 1  
 HV9109 = 1  
 HV9110 = 1



Gambar 3.4 Rangkaian Pengujian

(a) Bagan pengujian tegangan tinggi (b) Rangkaian Pengujian (*Terco Manual Book*)

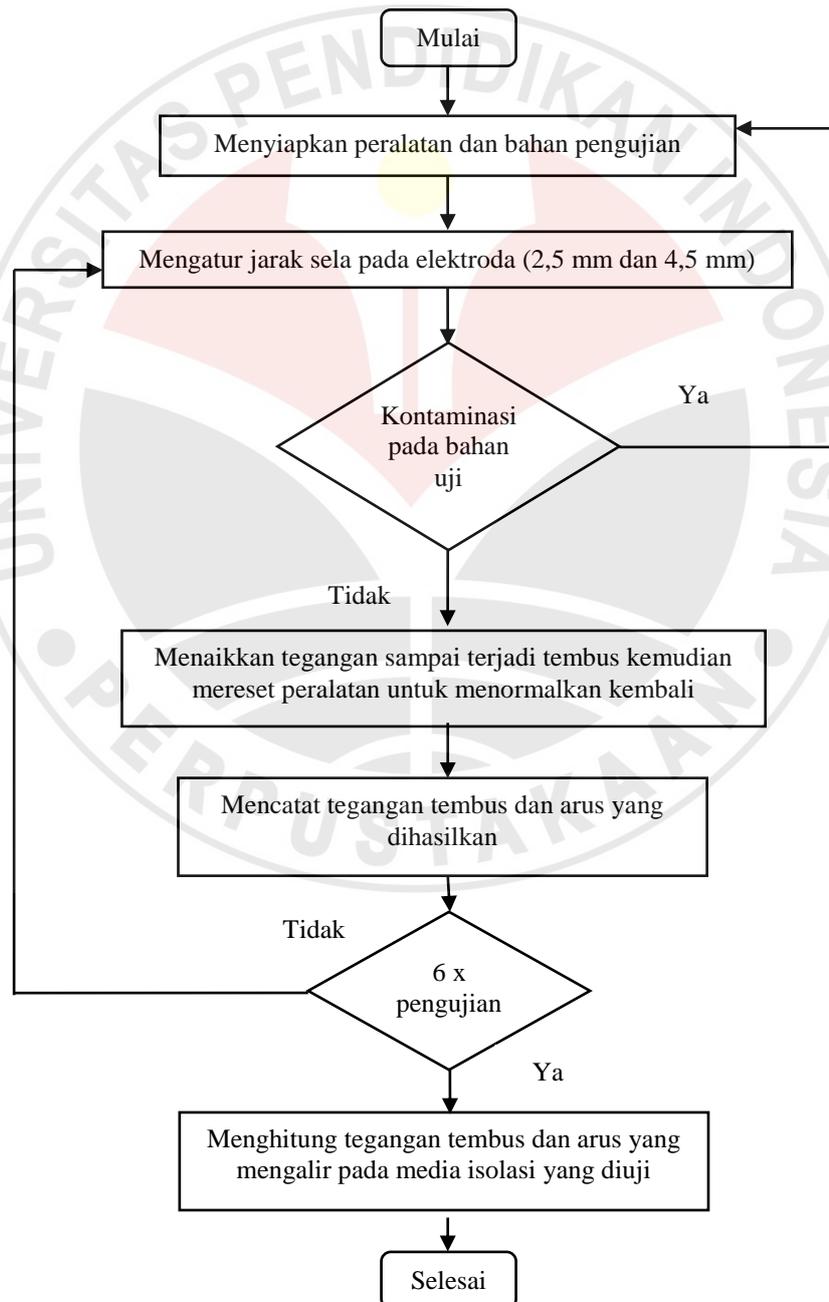
Tabel 3.1 Komponen Alat Uji

| Komponen Untuk Setting Up 100 kV AC Test |                                  |        |        |            |
|--|----------------------------------|--------|--------|------------|
| No                                       | Deskripsi komponen               | Tipe   | Jumlah | Keterangan |
| 1.                                       | <i>HV test Transformator</i>     | HV9105 | 1      |            |
| 2.                                       | <i>Control Desk</i>              | HV9103 | 1      |            |
| 3.                                       | <i>Measuring Capasitor</i>       | HV9141 | 1      |            |
| 4.                                       | <i>Digital AC Peak Voltmeter</i> | HV9150 | 1      |            |
| 5.                                       | <i>Floor Pedestal</i>            | HV9110 | 1      |            |
| 6.                                       | <i>Connecting Cup</i>            | HV9109 | 1      |            |
| 7.                                       | <i>Connecting Rod</i>            | HV9108 | 1      |            |
| 8.                                       | <i>Earthing Rod</i>              | HV9107 | 1      |            |

5. Hubungkan semua kabel yang diperlukan dari trafo penguji tegangan tinggi dan yang lainnya untuk koneksi meja kontrol (*control desk*).
6. Hubungkan soket input power supply pada meja kontrol.
7. Pengujian siap dilakukan.

### 3.2.6 Teknik Pengambilan Data

Proses pengujian tegangan tembus ini memerlukan langkah-langkah dalam pengambilan data. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan pengujian tegangan tembus adalah:



Gambar 3.5 Diagram Alir Pengujian Tegangan Tembus Minyak Sawit

Setelah semuanya siap untuk dimulai proses pengujian tegangan tembus maka meja kontrol (*control desk*) dapat diaktifkan dengan meng-*unlock* *control switch* dengan menggunakan kunci, kemudian aktifkan “*MAIN SWITCH*” sehingga lampu hijau pada pagar pengaman menyala, peralatan tes sudah siap untuk pengujian.



Gambar 3.6 *Keyboard Control Desk*

Sebelum melakukan pengujian sebagai tanda sinyal akan dimulai dengan menekan tombol “*HORN*” dan tombol “*PRIMARY OFF*” dan “*SECONDARY OFF*” menyala. Tekan tombol “*PRIMARY ON*” lalu tekan “*SECONDARY ON*” yang mengatur energi trafo, dan lampu merah pada pagar pengaman akan menyala. Tegangan dinaikkan bertahap dari nol hingga mencapai tegangan tembus pada bahan yang kita uji coba dengan memutar “*VARIABLE-SPEED-MAXIMUM*”, ketika terjadi tegangan tembus pada bahan yang kita uji coba maka kontaktor “*SECONDARY ON* (hijau)” menyala dan nilai uji tegangan tembus dapat dilihat pada “*Digital AC Peak Voltmeter*”.

### 3.2.7 Teknik Pengolahan Data

Data yang didapatkan dari hasil tegangan tembus berupa nilai tegangan output yang terlihat pada “*digital AC Peak Voltmeter*”. Dapat dilihat pada tabel

#### 3.2. Data Pengujian Tegangan Tembus.

Hubungan jarak sela dengan tegangan tembus dapat dianalisa dengan menggunakan persamaan:

$$V_b = Ad^n \dots (\text{Naidu, M.S \& Kamaraju, V. 1996}).$$

dimana :

$V_b$  = Tegangan tembus (kV)

$d$  = Jarak sela (mm)

$A$  = konstanta

$n$  = konstanta yang nilainya  $< 1$

Tabel 3.2 Data Pengujian Tegangan Tembus

| Minyak             | Elektroda     | Diameter<br>(mm) | Tegangan Tembus (kV) |     |
|--------------------|---------------|------------------|----------------------|-----|
|                    |               |                  | Jarak sela (mm)      |     |
|                    |               |                  | 2,5                  | 4,5 |
| Minyak sawit baru  | Setengah bola | 50               |                      |     |
| Minyak sawit pakai | Setengah bola | 50               |                      |     |

Pada *Control desk* parameter yang terlihat adalah tegangan input (V), tegangan output (kV), dan arus input (A). Nilai Arus output dapat diketahui dengan menggunakan :

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

dimana,

$V_1$  = Tegangan Input (Volt)

$V_2$  = Tegangan Output/Tegangan Tembus (kV)

$I_1$  = Arus Input (A)

$I_2$  = Arus Output (mA)

Adapun untuk mengetahui nilai resistansi isolasi digunakan persamaan:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \frac{V}{I}$$

Di mana :

Z = Nilai Impedansi

X = Nilai Reaktansi

I = Arus yang melewati isolasi

Karena nilai reaktansi X jauh lebih kecil dibandingkan dengan nilai resistansi R, maka persamaan di atas dapat disederhanakan menjadi :

$$R = \frac{V}{I}$$

dimana,

R = Nilai Resistansi ( $\Omega$ )

V = Tegangan Tembus (kV)

I = Arus yang melawati isolasi (mA)

Tabel.3.3 Perbandingan Input dan Output (jarak sela 2,5 mm)

| Isolasi Cair       | Tegangan Input (V) | Tegangan Output (kV) | Arus Input (A) | Arus Output (mA) |
|--------------------|--------------------|----------------------|----------------|------------------|
| Minyak sawit baru  |                    |                      |                |                  |
| Minyak sawit pakai |                    |                      |                |                  |

Tabel.3.4 Perbandingan Input dan Output (jarak sela 4,5 mm)

| Isolasi Cair       | Tegangan Input (V) | Tegangan Output (kV) | Arus Input (A) | Arus Output (mA) |
|--------------------|--------------------|----------------------|----------------|------------------|
| Minyak sawit baru  |                    |                      |                |                  |
| Minyak sawit pakai |                    |                      |                |                  |