

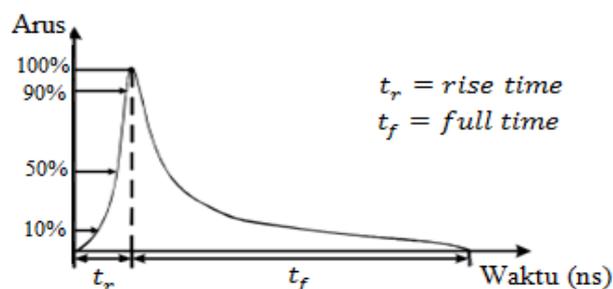
# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Peristiwa peluahan sebagian (PD) merupakan sebuah fenomena yang menjadi penyebab kerusakan atau penuaan sistem isolasi listrik. PD menyebabkan degradasi atau penurunan kualitas isolasi. Peristiwa ini dapat disebabkan oleh cacat seperti *void*, ketidakmurnian dan tonjolan pada *interface* antara lapisan semikonduktor dan isolasi polimer sehingga akan menaikkan tekanan medan listrik pada bagian cacat ini. Akibat adanya stress (tekanan) listrik yang terus menerus maka akan terjadi penuaan (aging) dan merupakan awal terjadinya breakdown atau kegagalan isolasi. Peluahan sebagian adalah peluahan listrik lokal yang hanya menjembatani sebagian isolasi di antara konduktor dan yang mungkin terjadi dekat dengan konduktor [1].

Proses perubahan pada arus PD yang terdiri dari muatan negatif (elektron) dan positif (ion) berlangsung sangat cepat dengan besar rise time sekitar 1 ns dan fall time sekitar 4 ns [2]. Arus PD yang diakibatkan oleh elektron pada gambar 1.1 adalah pada daerah rise time dan lebih cepat dibandingkan dengan perubahan arus oleh ion. Hal ini disebabkan oleh massa elektron lebih ringan daripada massa ion [3].



**Gambar 1.1** Pulsa *Partial Discharge* [2].

Peluahan sebagian yang muncul pada *void* akan menghasilkan erosi akibat ledakan elektron maupun ion serta akibat oksidasi oleh bahan aktif seperti oksigen. Hasil degradasi ini adalah membesarnya ukuran *void* pada saat yang sama akan menyebabkan kenaikan intensitas PD. Dengan demikian degradasi akan semakin meningkat.

Mempelajari PD menjadi penting karena dengan mengetahui tingkat PD suatu isolasi dapat diperkirakan kondisi isolasi. Bahkan ada upaya untuk menggunakan informasi PD untuk memprediksi sisa umur isolasi. Untuk memastikan keandalan operasi dari peralatan, pendeteksian, pembacaan dan pengukuran PD sangat dibutuhkan untuk memantau kondisi dari isolasi listrik [4].

Dalam pengukuran PD dibutuhkan alat ukur yang memiliki spesifikasi yang sesuai karena gelombang PD merupakan pulsa dengan frekuensi tinggi. Selain itu, dalam analisis data PD membutuhkan metoda penyamplingan yang cukup rumit dan waktu yang lama, karena pulsa PD yang didapatkan harus diubah menjadi bentuk titik-titik sampling agar dapat dianalisis [5].

Pendeteksian PD dapat dilakukan dengan berbagai metoda dan jenis sensor yang berbeda seperti metoda konvensional, sensor ultrasonik dan sensor arus medan induksi seperti *Rogowski Coil*. Metode pendeteksian PD konvensional adalah metode standar berdasarkan standar internasional IEC 60270 yang digunakan sebagai metode standar untuk pengukuran PD [6]. Metode ini memiliki keterbatasan bila digunakan dalam pengukuran secara langsung di lapangan (*online monitoring*) karena tingkat *noise* yang relatif tinggi yang dihasilkan oleh lingkungan sekitar peralatan listrik seperti transformator akan terdeteksi oleh sensor.

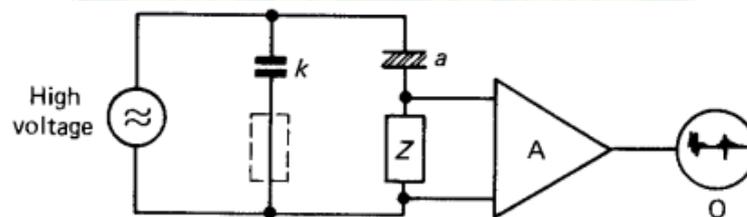
*Rogowski Coil* sudah dikenal dan digunakan dalam pendeteksian dan pengukuran arus sejak tahun 1912 [8], terutama untuk pengukuran arus yang besar. Komponen utama dari *Rogowski Coil* adalah lilitan, dimana lilitan memiliki pengaruh besar terhadap keefektifan dalam pengukuran PD. Lilitan akan mendeteksi induksi dari kabel penghantar berupa gelombang AC yang bisa direpresentasikan dalam osiloskop, sehingga ketika terjadi gelombang PD *Rogowski*

*Coil* akan ikut mendeteksinya. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan membaca gelombang PD yang dideteksi oleh *Rogowski Coil* serta menganalisis lilitan serta faktor-faktor lain dari *Rogowski Coil* dalam pendeteksian dan pengukuran PD. *Rogowski Coil* memiliki kelebihan dalam mengukur PD, yaitu:

1. Tidak jenuh, karena medianya udara.
2. Bersifat liner, karena tidak ada bahan magnetik.
3. Rangkaian sederhana dan ekonomis.
4. *Coil* tidak menyimpan arus dari rangkaian yang dipasang dalam kondisi impedansi yang sama.

Adapun kekurangan *Rogowski Coil* adalah *output* tegangan sebanding dengan turunan dari arus yang melintasi kumparan untuk mendapatkan sinyal yang asli, *output* harus diintegrasikan dengan integrator.

Gambar 1.2 memperlihatkan rangkaian detektor pada sistem pengukuran PD di laboratorium tegangan tinggi UNAND menggunakan sistem pengukuran PD milik *Haefely Instrument*. Peralatan pengujian tegangan tinggi milik *Haefely Instrument* menggunakan alat-alat pengukuran yang cukup besar, seperti Coupling Capacitor yang dan hanya dapat dilakukan pada sampel uji melalui suatu impedansi  $Z$  [4].



**Gambar 1.2** Rangkaian ekuivalen pendeteksian PD dengan coupling capacitor *haefely*.

Argueso, Robles dan Sanz (2016) telah melakukan penelitian pengukuran PD menggunakan *Rogowski Coil* pada frekuensi mencapai 20 MHz, artinya

Rogowski Coil merupakan sebuah sensor PD yang sangat akurat karena bisa mengukur PD pada frekuensi yang tinggi dan tentunya menggunakan biaya sangat murah.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap PD dengan metode elektromagnetik. Dimana, peristiwa terjadinya PD akan dideteksi dengan cara menangkap sinyal gelombang elektromagnetik yang dihasilkan akibat terjadinya PD. Gelombang elektromagnetik ini nantinya akan ditangkap oleh sensor *Rogowski Coil*.

Parameter yang akan diuji pada *Rogowski Coil* adalah jumlah lilitan dan variasi penempatan lilitan, jumlah lilitan yang digunakan adalah 80, 24, dan 12. Sedangkan variasi lilitan yang dibandingkan adalah lilitan yang disusun secara homogen, dibagi 4 kutub dan disusun secara bertumpuk. Dari berbagai variasi ini bisa dilihat hasil pembacaan sinyal PD dari berbagai variasi tersebut, sehingga bisa didapatkan jumlah lilitan dan variasi lilitan yang terbaik untuk pengukuran PD menggunakan sensor *Rogowski Coil*.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penulisan tugas akhir yang telah dijelaskan di atas maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Fenomena PD mengakibatkan kerusakan pada isolasi sehingga diperlukan perhatian khusus dalam pendeteksian sejak dini agar sistim isolasi listrik dapat bertahan lama.
- b. Peralatan pendeteksian PD yang ada saat ini dilapangan maupun di laboratorium masih menggunakan peralatan yang cukup besar dan mahal sehingga diperlukan sebuah metode atau sistem pengukuran PD yang lebih sederhana dan ekonomis.
- c. Bagaimana membuat sistem pengukuran PD menggunakan *Rogowski Coil* memiliki keakuratan yang sama dengan sistem pengukuran PD menggunakan peralatan dari *Haefely Instrument* sehingga tidak perlu lagi menggunakan

peralatan-peralatan yang besar untuk melakukan pengujian dan pengukuran PD.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Merancang sensor PD jenis *Rogowski Coil* dengan konfigurasi berbeda.
2. Menguji sensor PD jenis *Rogowski Coil* pada poin 1 di atas untuk dibandingkan sehingga didapatkan data PD hasil pengukuran *Haefely*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian dan penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan luaran berupa :

- a. Sistem pengukuran PD menggunakan *Rogowski Coil* yang setara dengan sistem pabrikan.
- b. Sensor PD yang lebih sederhana dan ekonomis.

### 1.5 Batasan Masalah

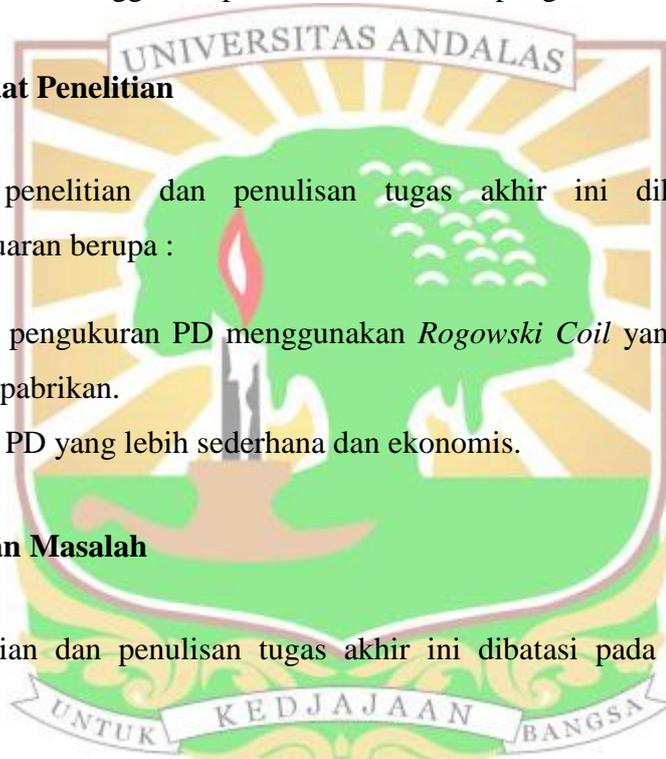
Penelitian dan penulisan tugas akhir ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Pengamatan pulsa *Partial Discharge* dilakukan melalui *Oscilloscope* DPO 5104, 2 channel, produksi Tektronik.
2. Pengujian sinyal *partial discharge* dilakukan dengan konfigurasi elektroda silinder-plat.

### 1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah :

1. **Studi literatur**



Studi literatur dilakukan untuk memahami tentang fenomena *partial discharge*, penggunaan *Rogowski Coil* dalam pengukuran *Partial Discharge*, karakteristik lilitan pada *Rogowski Coil*, sistem induksi elektromagnetik pada lilitan, metoda pengukuran dari pulsa *partial discharge*, sistem pengukuran PD dengan standar IEC 60270, Sistem pengukuran PD dari *Haefely Instrument*, kegagalan isolasi yang disebabkan oleh *partial discharge* beserta penyebab, akibat atau efek yang ditimbulkan dan jenis PD.

## **2. Pengujian alat di laboratorium**

Pengujian yang dilakukan pada tahap ini berupa pengujian rangkaian alat yang digunakan pada penelitian di laboratorium teknik Tegangan tinggi Universitas Andalas.

## **3. Studi dan pengujian *software* LabVIEW**

Mempelajari tentang *software* yang digunakan yaitu LabVIEW serta fitur-fiturnya, diagram blok dan algoritma pemrograman yang digunakan.

## **4. Pengumpulan data**

Mengumpulkan data-data hasil pengujian yang dilakukan. Data yang didapatkan berupa file-file arus peluahan untuk diolah dan dianalisis.

## **5. Analisis karakteristik PD yang dihasilkan**

Analisis karakteristik pulsa *partial discharge* dilakukan Dengan bantuan perangkat lunak *LabVIEW* dengan mengolah data-data yang didapatkan selama pengujian dengan melihat terhadap fungsi waktu dan tegangan.

## **6. Penyusunan laporan**

Pembuatan laporan tertulis yang berisikan tentang hasil pengujian dan hasil analisis pulsa *partial discharge* dalam laporan tugas akhir.

## 1.7 Sistematika Penelitian

### BAB I PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang penulisan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, metodologi penulisan, sistematika penulisan dan penelitian dari tugas akhir ini.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II ini diterangkan teori-teori dan hasil kajian dari penelitian lain yang terkait dengan penelitian PD dan pengujian pengukuran PD menggunakan *Rogowski Coil*.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan informasi seputar metodologi penelitian yang digunakan berupa metoda penelitian, flowchart (diagram alir) penelitian, peralatan dan bahan penelitian yang digunakan serta bantuan *software* yang digunakan.

### BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang data-data hasil pengujian dan pengukuran PD dari pengukuran PD yang diusulkan terhadap sampel berupa film *Low Density Poly Ethylene* (LDPE) ketebalan 40 mikrometer di laboratorium beserta pembahasan (pengolahan dan analisis) data yang didapatkan.

### BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari penelitian dan pengujian yang dilakukan terhadap data-data sampel serta saran untuk pembaca dan peneliti selanjutnya yang berminat meneliti lebih lanjut.