

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Bahan isolasi adalah suatu bahan yang digunakan untuk memisahkan bagian-bagian yang berbeda tegangan[1]. Sistem isolasi sangat diperlukan pada peralatan tegangan tinggi untuk membatasi bagian-bagian yang berbeda tegangan agar tidak terjadi hubung singkat satu dengan yang lain [2]. Pada bahan isolasi elektron terikat kuat pada atomnya, sehingga elektron tidak bebas bergerak didalam bahan tersebut yang mengakibatkan tidak terjadinya proses konduksi atau aliran listrik [3].

Meskipun demikian, isolasi sangat rentan terhadap kuat medan listrik yang terkonsentrasi, dimana pada titik tersebut terjadi kuat medan listrik yang tinggi yang mengakibatkan gagal isolasi pada bagian medan listrik yang terkonsentrasi tersebut. Peluahan yang terjadi pada sebagian bahan ini dinamai dengan peluahan sebagian (PS) [4]. Energi yang ditimbulkan oleh PS ini sangat kecil sekali, namun kejadiannya berulang disetiap siklus tegangan sumber sehingga didalam isolasi tersebut timbul penjaran bunga api yang akan membentuk pohon yang nantinya menjembatani keseluruhan isolasi yang dikenal dengan gagal isolasi [5].

Berdasarkan IEC (*International Electrotechnical Commission*) 60270, peluahan sebagian adalah pelepasan listrik lokal yang menjembatani sebagian pada isolasi antara konduktor yang dikenal dengan peluahan sebagian (PS). Peluahan sebagian disebabkan oleh medan yang tidak homogen, dimana pada titik tertentu dari bagian isolasi terjadi peningkatan kuat medan listrik [6]. Peluahan sebagian dapat dikategorikan sebagai peluahan permukaan, peluahan di dalam bahan isolasi dan korona [7]. Peluahan sebagian disebabkan adanya cacat pada bahan isolasi. Cacat itu dapat timbul dalam bentuk celah udara, ketidakmurnian, dan tonjolan pada permukaan antara lapisan konduktor dan isolasi sehingga dapat menimbulkan medan listrik yang tinggi pada bagian yang cacat tersebut [8]. Ketika diterapkan tegangan pada suatu bahan isolasi padat yang mengandung cacat tersebut maka gas yang terdapat pada celah udara yang pertama sekali yang mengalami kegagalan, sehingga terjadi PS pada bahan isolasi padat atau isolasi polimer [9]. Akibat adanya PS maka akan terjadi penuaan isolasi polimer dan akan menyebabkan munculnya pohon listrik. Jika pohon listrik ini menjembatani isolasi, maka kegagalan isolasi akan terjadi

[10]. Untuk memastikan keandalan operasi dari suatu peralatan, maka pendeteksian, pembacaan dan pengukuran PS sangat dibutuhkan untuk memantau kondisi dari bahan isolasi [11].

Salah satu metode dalam pendeteksian PS adalah metode konvensional berdasarkan standar internasional IEC 60270. Deteksi PS konvensional berdasarkan IEC 60270 ini digunakan sebagai metode standar untuk pengukuran PS [12]. Metode ini memiliki keterbatasan bila digunakan dalam pengukuran secara langsung di lapangan karena tingkat gangguan yang dihasilkan oleh lingkungan sekitar peralatan listrik relatif tinggi, akibatnya data PS yang didapatkan akan sulit untuk di analisa karena sinyal hasil pengukuran telah tercampur dengan sinyal gangguan [7].

Sistem pengukuran PS membutuhkan alat ukur dengan spesifikasi yang sesuai karena gelombang PS merupakan pulsa yang kecil dengan frekuensi tinggi. Salah satu metode pengukuran PS yang dipakai adalah kumparan Rogowski [13]. Kumparan Rogowski memiliki sensitivitas yang baik pada frekuensi tinggi dan strukturnya mudah dipasang pada isolasi listrik [14]. Kumparan Rogowski adalah induktor khusus yang sering digunakan untuk mengukur arus bolak-balik dan arus transien, terutama frekuensi arus tinggi seperti arus peluahan gas, arus plasma, dan arus petir [13].

Sejak 1912, kumparan Rogowski telah digunakan untuk mendeteksi dan mengukur arus, terutama arus-arus besar seperti gelombang arus dalam plasma, elektron *beam*, medan radiasi tinggi, dan masalah di jaringan kabel tegangan menengah [15]. Ada tiga tipe utama kumparan Rogowski yaitu kumparan Rogowski *magnetic-cored*, kumparan Rogowski *toroidal air-cored*, dan kumparan *Printed Circuit Board (PCB)* [16]. Kumparan Rogowski memiliki kelebihan dalam mengukur PS yaitu tidak jenuh karena medianya udara, bersifat linier karena tidak ada bahan magnetik, rangkaian sederhana, ekonomis, dan kumparan tidak menyimpan arus dari rangkaian yang dipasang dalam kondisi impedansi yang sama [16].

Komponen utama dari kumparan Rogowski adalah tembaga yang dililitkan pada suatu bahan non-magnetik berbentuk silinder bulat [17]. Lilitan memiliki pengaruh besar terhadap keefektifan dalam pengukuran PS. Lilitan akan merasakan induksi dari kabel penghantar berupa gelombang AC sehingga ketika terjadi gelombang PS, kumparan Rogowski akan ikut merasakannya lalu ditampilkan dalam osiloskop [18].

Pada penelitian sebelumnya telah dirancang kumparan Rogowski berbentuk silinder bulat [19]. Kemudian penelitian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan kumparan Rogowski berbentuk setengah silinder bulat [20]. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, didapatkan hasil yang hampir sama dengan detektor PS yang ada di laboratorium Teknik Tegangan Tinggi Universitas Andalas. Sedangkan, pada penelitian ini menggunakan kumparan Rogowski dengan bahan inti non-magnetik yang lebih fleksibel dengan pemakaian bahan plastik *Polivinil klorida* (PVC) yang termasuk dalam senyawa polar yang memiliki ikatan dipol dan *Polietilena* (PE) yang termasuk dalam senyawa non polar. Bahan inti ini berfungsi sebagai penguat terhadap induksi magnetik ketika terjadi PS. Selain itu, pemakaian bahan inti ini bertujuan untuk mempermudah pemasangan sensor pada saat dilakukan pengambilan data penelitian dan melihat bagaimana efektifitas pembacaan PS dari pemakaian kedua bahan inti tersebut. Selain perbedaan bahan inti dari kumparan Rogowski yang digunakan, jumlah lilitan dari kumparan juga diteliti. Diharapkan hasilnya mendekati dengan PS detektor yang ada di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi Universitas Andalas.

## 1.2 Perumusan Masalah

Sensor jenis kumparan Rogowski telah dipergunakan dalam pengukuran PS dengan spesifikasi dan kineja yang berbeda. Salah satu kendala dengan sensor kumparan Rogowski yang adalah mobilitas dan fleksibilitas sensor jika dipasang di lapangan. Untuk mengatasi kekurangan tersebut pengembangan sensor sejenis masih sangat diperlukan.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Merancang kumparan Rogowski setengah silinder yang dipergunakan untuk pengukuran PS.

2. Menganalisis respon frekuensi dan magnitude pada sistem pengukuran PS menggunakan sensor kumparan Rogowski setengah silinder .

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

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

- Dapat membuat sistem pengukuran PS yang efisien menggunakan kumparan Rogowski.

#### **1.5 Batasan Masalah**

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

1. Pengamatan pulsa peluahan sebagian dilakukan melalui osiloskop DPO 5104, 2 channel, produksi Tektronik.
2. Analisis data yang didapatkan diolah menggunakan program LabView dan Microsoft Office Excel 2016.
3. Penempatan sensor kumparan Rogowski pada kabel pentanahan

#### **1.6 Ruang Lingkup Penelitian**

##### **1. Pembuatan Kumparan Rogowski**

Sensor kumparan Rogowski yang dibuat pada penelitian ini berbentuk setengah silinder memakai bahan PVC sebagai bahan inti sensor, kemudian akan dipasang kumparan kawat tembaga dengan variasi 6 lilitan dan 12 lilitan.

##### **2. Pengujian Alat di Laboratorium**

Pengujian yang dilakukan pada tahap ini berupa pengujian sensor kumparan Rogowski yang digunakan pada penelitian di laboratorium Teknik Tegangan Tinggi Universitas Andalas.

### **3. Studi dan Pengujian Perangkat lunak LabView**

Mempelajari tentang perangkat lunak 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 melalui perangkat lunak LabView dan Microsoft Office Excel 2016.

### **5. Analisis Karakteristik Peluahan Sebagian yang Dihasilkan**

Analisis karakteristik pulsa peluahan sebagian dilakukan Dengan bantuan perangkat lunak LabView dengan mengolah data-data yang didapatkan selama pengujian.

#### **1.7 Sistematika Penelitian**

##### **BAB I Pendahuluan**

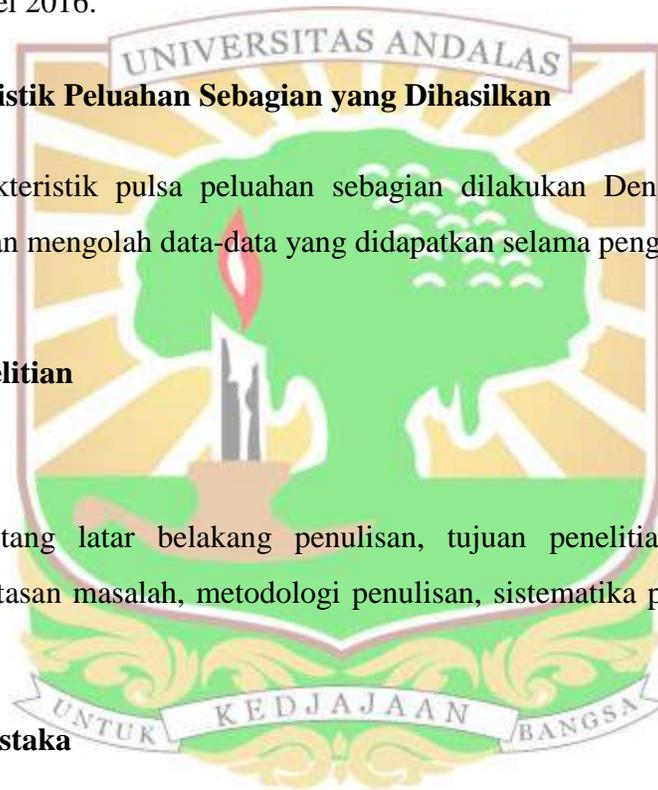
Berisikan tentang latar belakang penulisan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, metodologi penulisan, sistematika penulisan dan penelitian dari tugas akhir ini.

##### **BAB II Tinjauan Pustaka**

Pada bab II ini diterangkan teori-teori dan hasil kajian dari penelitian lain yang terkait dengan penelitian peluahan sebagian dan pengujian pengukuran peluahan sebagian menggunakan kumparan Rogowski.

##### **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 perangkat lunak yang digunakan.



## **BAB IV Hasil Dan Pembahasan**

Bab ini berisikan tentang data-data hasil pengujian sensor kumparan Rogowski yang dibuat 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 sensor serta saran untuk pembaca dan peneliti selanjutnya yang berminat meneliti lebih lanjut.

