

## Pendeteksian Beragam Sumber Peluahan Sebagian dengan Menggunakan Metode Elektromagnetik

Luqvi Rizki Syahputra<sup>1</sup>, Herman H Sinaga<sup>2</sup>, Yul Martin<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung  
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

<sup>1</sup>luqitra@gmail.com

<sup>2</sup>herman\_sinaga@yahoo.com

<sup>3</sup>yul\_m@yahoo.com

**Intisari** - Energi listrik merupakan salah satu energi yang dibutuhkan oleh masyarakat. Sumber energi listrik dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik. Komponen penting dalam pembangkit tenaga listrik adalah transformator. Penggunaan transformator secara terus menerus dapat menyebabkan kegagalan isolasi dan rusaknya transformator. Pada saat sebelum terjadinya kerusakan, terjadi proses peluahan sebagian pada isolasi tegangan tinggi. Peluahan sebagian yang terjadi secara terus menerus pada suatu bahan isolasi dapat mengakibatkan *break down*, hal ini karena adanya tekanan medan magnet pada sumber peluahan sebagian. Peluahan sebagian terdiri dari peluahan sebagian permukaan, rongga dan korona. Analisis peluahan sebagian dilakukan pada tiga jenis sumber peluahan, yaitu peluahan permukaan, rongga dan korona. Penggunaan sumber peluahan yang berbeda bertujuan untuk mengetahui perbedaan karakteristik dari masing masing sumber peluahan. Perbedaan karakteristik masing-masing sumber peluahan dianalisis berdasarkan amplitudo, durasi sinyal dan frekuensi peluahan yang menghasilkannya. Data yang dihasilkan berupa gelombang peluahan yang didapat dari osiloskop. Data yang dihasilkan diolah dengan menggunakan *software matlab* sehingga dapat ditentukan karakteristik amplitudo, durasi peluahan dan frekuensi masing-masing sumber peluahan. Dari hasil analisis diketahui bahwa amplitudo dan durasi waktu terlalu lama terjadi pada korona dan frekuensi terbesar terjadi pada peluahan permukaan. Karakteristik peluahan sebagian bergantung pada sumber peluahan yang menghasilkannya.

**Kata Kunci** - Beragam sumber peluahan, karakteristik amplitudo, durasi peluahan dan frekuensi.

**Abstract** - Electrical energy is one of the energy that needed by the humans. Sources of electrical energy generated by the power plant. The important component in the generation of electric power is transformer. Transformer that was use continuously will give effect for insulation failure and damage to the transformer. At the time before the occurrence of the damage, discharge process occurs mostly at high voltage isolation. Partial discharge occurs continuously in an insulating material can lead to break down, it is because of the pressure of the magnetic field at the source of most of the partial discharge. Partial discharge are partly composed of mostly surface discharge, void and corona. Analysis of discharge partially performed on three types of discharge sources, which discharge surface, void and the corona. The using of variuos source discharge aims to find differences in the characteristics of each discharge source. The different characteristics of each discharge source is analyzed based on the amplitude, discharge duration and frequency of discharge signals that produce it. Data that generated was the wave discharge obtained from the oscilloscope. That data were processed using matlab software to determine which characteristics of amplitude, duration and frequency of each source discharge. From the results show that the longest time and the maximum amplitude occurs in corona, but the maximum frequency occurs in the surface discharge. Partial discharge characteristic's depends in part on the source that produced it.

**Keywords** - Various sources of discharge, the characteristic amplitude, duration and frequency.

## I. PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi yang paling umum digunakan oleh masyarakat. Energi listrik dihasilkan oleh pembangkit tegangan tinggi yang jauh dari konsumen. Penyaluran energi listrik dilakukan dengan memanfaatkan pembangkit tegangan tinggi untuk mengakomodir seluruh kebutuhan energi listrik di masyarakat.

Komponen penting dalam pembangkit tegangan tinggi adalah transformator. Dalam penggunaannya, pihak penyedia listrik mengupayakan untuk selalu mengoptimalkan kinerja transformator secara kontinyu. Penggunaan transformator secara kontinyu menyebabkan isolasi mendapatkan tekanan medan listrik yang tinggi. Tekanan medan listrik dapat menimbulkan kerusakan pada transformator bahkan mengakibatkan kerusakan total pada transformator. Kerusakan total dapat menyebabkan kerugian bagi penyedia energi listrik, bahkan penyedia listrik tidak bisa menyalurkan energi listrik secara maksimal. Hal inilah yang menyebabkan kondisi transformator yang harus selalu dimonitoring kondisinya.

Salah satu mendeteksi kerusakan transformator adalah dengan mendeteksi peluahan sebagian pada isolasi transformator. Peluahan sebagian diduga sebagai pemicu utama kerusakan isolasi transformator. Hal ini dikarenakan isolasi yang mengalami pemburukan dan apabila dibiarkan dalam jangka waktu yang lama dapat memicu terjadinya *breakdown*. Peluahan listrik secara lokal yang menghubungkan secara parsial atau sebagian dari isolasi diantara konduktor dan yang terjadi baik dipermukaan maupun didalam dikarenakan adanya peristiwa pelepasan atau loncatan listrik yang terjadi pada sebagian kecil sistem yang tidak menjembatani antara dua konduktor secara sempurna disebut sebagai peluahan sebagian.

Pendeteksian peluahan sebagian dapat menggunakan metode standar IEC60270.

Metode ini bisa disebut dengan menggunakan metode kopleling langsung. Metode ini memiliki kelemahan yaitu terdapat *noise* yang cukup besar. Metode lain yang dapat digunakan untuk mendeteksi peluahan sebagian adalah metode elektromagnetik. Metode elektromagnetik diterapkan dengan menempatkan sensor yang berfungsi menangkap gelombang elektromagnetik peluahan sebagian. Magnitudo, durasi sinyal dan frekuensi digunakan sebagai parameter untuk mendeteksi peluahan sebagian.

## B. Tujuan Penelitian

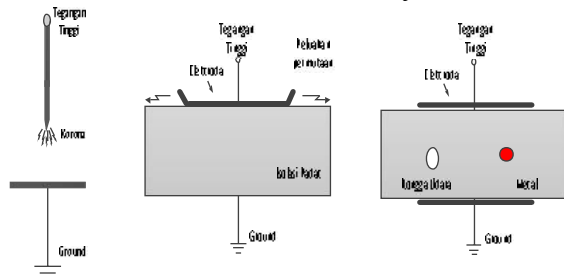
Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mendeteksi sinyal gelombang elektromagnetik dari sumber peluahan sebagian yang beragam dengan menggunakan antena *monopole*.
2. Mengetahui karakteristik sinyal peluahan sebagian yang dihasilkan sumber peluahan yang berbeda. Karakteristik sinyal yang dianalisis adalah magnitudo, durasi sinyal dan frekuensi yang dihasilkan oleh masing masing sumber peluahan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

## A. Peluahan Sebagian

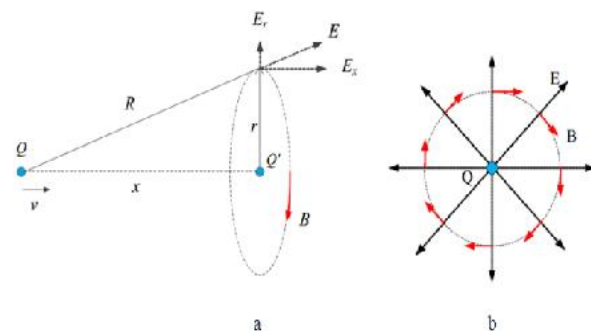
Peluhan Sebagian (*Partial Discharge*) merupakan peristiwa peluahan listrik lokal yang menghubungkan sebagian isolasi diantara dua konduktor. Peluahan tersebut dapat terjadi baik di permukaan maupun di tengah bahan isolasi. Berdasarkan lokasi terjadinya, peluahan sebagian dapat dikategorikan sebagai peluahan permukaan, peluahan di dalam bahan isolasi dan korona (Frederick. H. Kreuger, 1991).



Gbr. 1 Jenis peluhan sebagian (Frederick. H. Kreuger, 1991)

**B. Radiasi Gelombang Elektromagnetik**

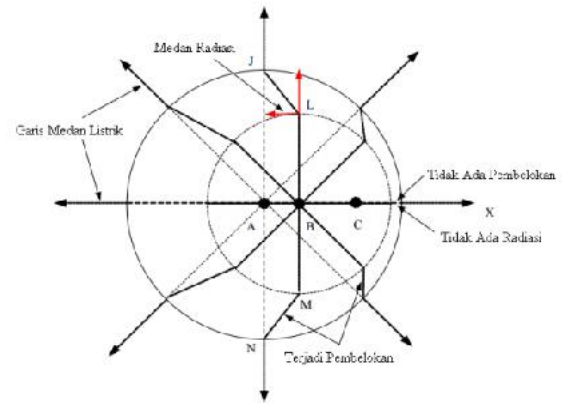
Peluhan sebagian merupakan proses pergerakan muatan yang dipengaruhi oleh medan listrik dan medan magnet. Muatan listrik yang tidak bergerak ( $Q$ ) hanya memiliki medan listrik ( $E$ ). Ketika muatan tersebut bergerak ( $Q'$ ), maka akan dihasilkan medan listrik ( $E$ ) dan medan magnet ( $B$ ) yang arahnya tegak lurus satu dengan yang lain (Gambar 2.a). Muatan yang bergerak konstan hanya akan menghasilkan medan listrik dan medan magnet. Arah medan magnet dan medan listrik akan selalu tegak lurus selama muatan bergerak konstan (Gambar 2.b).



Gbr. 2 Arah pergerakan medan listrik dan medan magnet (Dustin H. Froula, 2001)

Ketika muatan bergerak konstan, maka garis medan listrik dan medan magnetik yang dihasilkan akan membentuk garis yang tak terputus karena garis tersebut dihasilkan oleh muatan yang sama. Namun ketika muatan dipercepat mendekati kecepatan cahaya, maka garis medan listrik akan mengalami *dissalignment* (pembelokan). Pembelokan garis medan listrik terjadi karena keterlambatan garis medan memperbaharui posisinya atau dengan kata lain garis medan

listrik mengalami kelambatan penyesuaian arah garis medan dari garis medan sebelumnya. Akibat kelambatan proses penyesuaian arah medan tersebut, maka dihasilkan radiasi medan listrik dan medan magnetik atau lebih dikenal sebagai radiasi elektromagnetik.

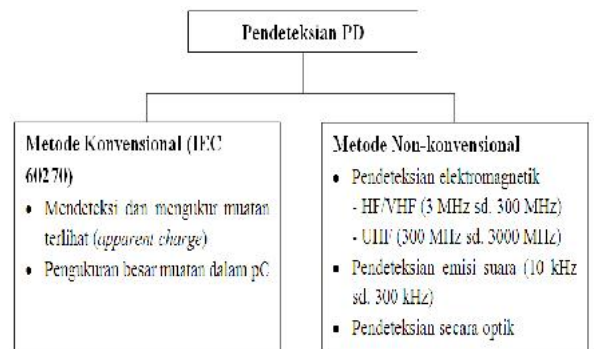


Gbr. 3 Pristiwa radiasi gelombang elektromagnetik (Lonngren & Savov, 2005 )

Proses peluhan sebagian merupakan proses pergerakan muatan listrik yang dipercepat dan diperlambat oleh medan listrik disekitarnya. Sehingga besarnya medan elektromagnetik yang dihasilkan akan bergantung pada jumlah muatan listrik. Besarnya medan elektromagnetik tersebut dapat dihitung dengan menurunkan persamaan Biot-Savart :

$$E_t = \frac{NQ\mu_0}{4\pi} \frac{[a] \sin \theta}{\rho}$$

**C. Metode Pendeteksian Peluhan Sebagian**

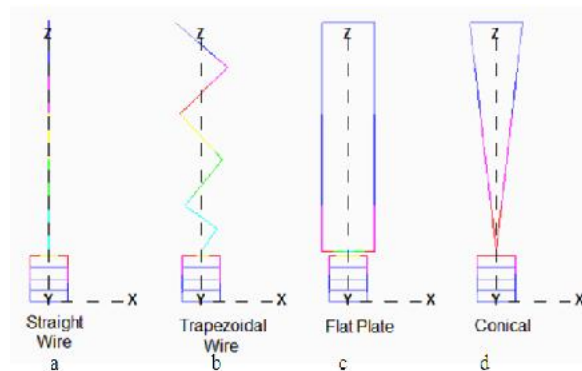


Gbr. 4 Metode pendeteksian peluhan sebagian (M. Muhr, 2006)

Metode pendeteksian peluahan sebagian dapat dibedakan atas dua kelompok yaitu konvensional dan non konvensional (M. Muhr, 2006). Pendeteksian dengan menggunakan metode konvensional atau dikenal dengan standar IEC 60270 mendeteksi peluahan dengan metode kopling langsung. Namun metode ini memiliki kelemahan mendasar yakni besarnya *noise* (gangguan) yang juga akan terukur ketika pengukuran dilakukan di lapangan terbuka. Metode non konvensional terdiri atas beragam jenis, diantaranya metode *dissolved gas analysis* (DGA), *acoustic detection*, *chemical detection* dan elektromagnetik.

Secara garis besar, semua metode yang tidak mengikuti prosedur IEC 60270 dianggap sebagai metode non konvensional. Metode non konvensional lainnya dapat dilihat pada gambar 4. Pada penelitian yang dilakukan menggunakan metode elektromagnetik. Metode ini dilakukan dengan memanfaatkan radiasi gelombang UHF sehingga dapat diketahui jenis sinyal peluahan sebagian.

#### D. Sensor Peluahan Sebagian



Gbr. 5 Sensor peluahan sebagian (J. Lopez-Roldan, 2008)

Pada gambar 5 dapat terlihat beberapa jenis antenna yang digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi peluahan sebagian. Antena pada gambar 5.a adalah jenis *straight wire* dengan batang tembaga lurus. Antena ini memiliki respon yang baik dalam pendeteksian, baik dalam posisi horizontal dan vertikal. Sementara gambar 5.b adalah

*trapezoidal wire* dengan didesain dengan tembaga yang dibuat *zig zag* memiliki karakteristik yang hampir sama dengan *straight wire* dan memiliki resonansi frekuensi yang baik. Kemudian gambar 5.c adalah antenna *flate wire* dengan desain tembaga yang dibuat menjadi bidang segi empat. Antena ini memiliki *gain* yang lebih kecil dibanding antenna lainnya. Kemudian antenna selanjutnya adalah jenis *conical* pada gambar 5.d yang di desain seperti bangun kerucut. Antena ini memiliki *gain* yang lebih baik dibandingkan *straight wire* (J. Lopez-Roldan, 2008). Pada penelitian yang akan dilakukan untuk mendeteksi peluahan sebagian yaitu dengan menggunakan antenna *straight monopole*.

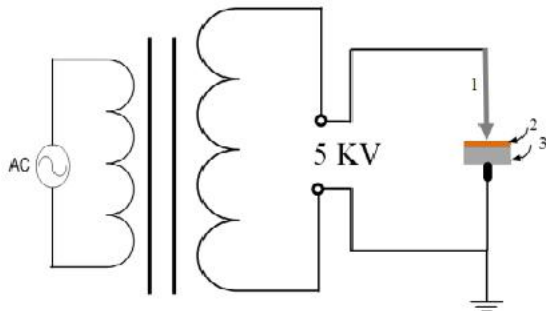
### III. METODE PENELITIAN

#### A. Perancangan Model Pengujian

Pengujian bahan isolasi dibagi dalam tiga tahap. Tahap pertama yaitu membuat kerangka pengujian dengan memotong *acrellic* berbentuk persegi dengan ukuran 15,5 cm x 15,5 cm sebanyak 2 buah. Pada bagian ujung *acrellic* diberi lubang yang berfungsi sebagai penyangga. Kemudian memberikan lubang pada bagian tengah *acrellic* yang berfungsi untuk menempatkan elektroda jarum dan *plat*. Besi penyangga yang digunakan memiliki panjang 40 cm. Pada bagian kedua yaitu membuat penyangga sensor. Penyangga sensor dibuat dengan memotong *acrellic* berbentuk persegi dengan ukuran 14 cm x 14 cm dan memiliki batang penyangga 40 cm. Kemudian pada tahapan ketiga yaitu membuat antenna. Bahan yang digunakan untuk membuat antenna adalah jenis tembaga dengan panjang 10 cm. sementara untuk *ground* pada antenna menggunakan PCB dengan diameter 10 cm. Kemudian menghubungkan *ground* antenna ke osiloskop menggunakan *BNC Connector*. Jenis elektroda yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis elektroda *stainless steel* dengan ukuran diameter elektroda plat 12 cm dan panjang elektroda jarum 10 cm.

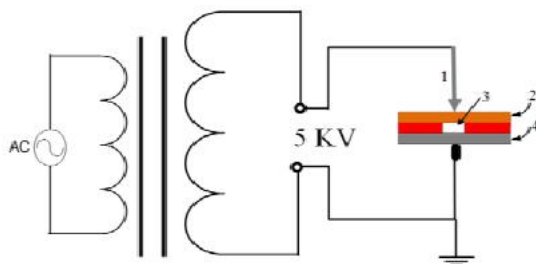
### B. Jenis isolasi

Pada penelitian ini menggunakan tiga jenis isolasi untuk mendapatkan tiga jenis sumber peluahan. Tiga jenis sumber peluahan yang akan digunakan adalah peluahan permukaan, rongga dan korona. Tiga jenis peluahan akan dihasilkan dengan membuat isolasi yang berbeda. Jenis peluahan permukaan dapat dilihat pada gambar 6, sementara peluahan rongga dapat dilihat pada gambar 7 dan korona pada gambar 8.



Gbr. 6 Sumber peluahan permukaan

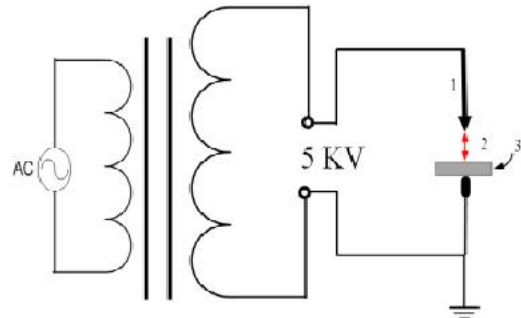
Gambar 6 adalah rangkaian pengujian dengan menggunakan sumber peluahan jenis permukaan. Tegangan tinggi 5 kV terhubung pada elektroda jarum. Sementara elektroda *plat* terhubung pada *ground* transformator. Panjang elektroda jarum adalah 10 cm dengan diameter 0.5 mm (1). Lebar elektroda *plat* adalah 0.5 cm dengan diameter 12 cm (3). Diantara elektroda terdapat *craft paper* dengan tebal 0.5 dan diameter 12 cm (2). Hal ini dilakukan untuk menghasilkan sumber peluahan sebagian jenis permukaan.



Gbr. 7 Sumber peluahan rongga

Gambar 7 adalah rangkaian pengujian dengan menggunakan sumber peluahan jenis rongga. Tegangan tinggi 5 kV terhubung pada elektroda jarum. Sementara elektroda *plat* terhubung pada *ground* transformator.

Panjang elektroda jarum adalah 10 cm dengan diameter 0.5 mm (1). Lebar elektroda *plat* adalah 0.5 cm dengan diameter 12 cm (4). Diantara elektroda terdapat *craft paper* dengan tebal 0.5 mm yang dilapisi kertas hvs setebal 0.25 mm (2). Pada *craft paper* diberi rongga dengan diameter 2 cm (3). Hal ini dilakukan untuk menghasilkan sumber peluahan sebagian jenis rongga.

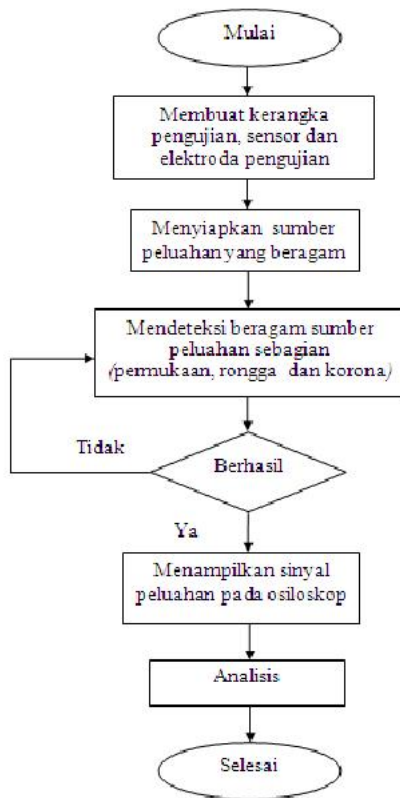


Gbr. 8 Sumber peluahan rongga

Gambar 8 adalah rangkaian pengujian dengan menggunakan sumber korona. Tegangan tinggi 5 kV terhubung pada elektroda jarum. Sementara elektroda *plat* terhubung pada *ground* transformator. Panjang elektroda jarum adalah 10 cm dengan diameter 0.5 mm (1). Tebal elektroda *plat* adalah 0.5 cm dengan diameter 12 cm (3). Jarak antara elektroda jarum dan *plat* adalah 3 mm (2). Isolasi yang digunakan adalah isolasi udara. Hal ini dilakukan untuk menghasilkan sumber korona.

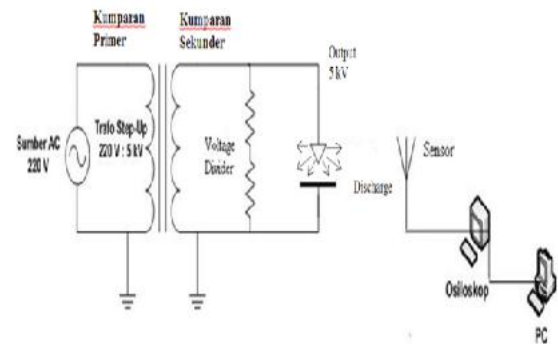
Pendeteksian peluahan sebagian dilakukan dengan menggunakan diagram alir penelitian pada gambar 9 Pada gambar menjelaskan proses pengujian. Pada tahap pertama yaitu membuat kerangka pengujian, sensor dan elektroda pengujian. Kemudian membuat sumber peluahan sebagian dengan menggunakan tiga jenis isolasi yang berbeda. Isolasi yang telah dibuat akan menghasilkan peluahan permukaan, rongga dan korona. Kemudian setelah menyiapkan sumber peluahan, lalu mendeteksi sinyal peluahan. Jika sinyal peluahan dapat dideteksi, maka akan ditampilkan pada osiloskop. Apabila sinyal peluahan belum didapatkan, maka mengatur sumber tegangan tinggi. Sumber

tegangan tinggi dapat diatur dengan menaikkan dan menurunkan sumber tegangan hingga mendapatkan sinyal peluahan. Kemudian pada tahap akhir yaitu menganalisis sinyal peluahan yang dihasilkan.



Gbr. 9 Diagram alir penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan rangkaian pengujian seperti gambar 10. Gambar 10 menjelaskan sumber tegangan 220 V/5 kV terhubung pada elektroda dan diantara elektroda dipasang rangkaian pembagi tegangan. Rangkaian pembagi tegangan digunakan untuk mengukur tegangan pada transformator dengan menggunakan perbandingan tegangan. Saat tegangan diatur dengan menaikkan dan menurunkan level tegangan, maka akan didapat sinyal peluahan sebagian. Sinyal peluahan sebagian akan dideteksi oleh sensor (antena *monopole*). Kemudian sinyal peluahan akan ditampilkan pada osiloskop. Pada tahap akhir, sinyal peluahan dianalisis dengan bantuan *software matlab* dengan menggunakan personal komputer.



Gbr. 10 Rangkaian pengujian

### C. Pengolahan data

Proses akhir dalam penelitian ini adalah pengolahan data. Data gelombang peluahan yang akan diolah berjumlah 85 sampel untuk masing - masing jenis sumber peluahan. Data sinyal peluahan sebagian yang diambil berupa data tabular dengan ekstensi “.csv”. Data tabular “.csv” berisi data amplitudo dan periode yang mewakili gelombang peluahan. Data tabular “.csv” berguna pada saat data akan diolah dengan *software matlab*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui besarnya magnitudo, durasi sinyal dan frekuensi dari masing - masing sumber peluahan. Seluruh data gelombang peluahan yang dihasilkan akan memiliki karakteristik masing-masing. Karakteristik yang digunakan untuk membedakan jenis sumber peluahan adalah magnitudo, durasi sinyal dan frekuensi pada saat terjadinya peluahan.

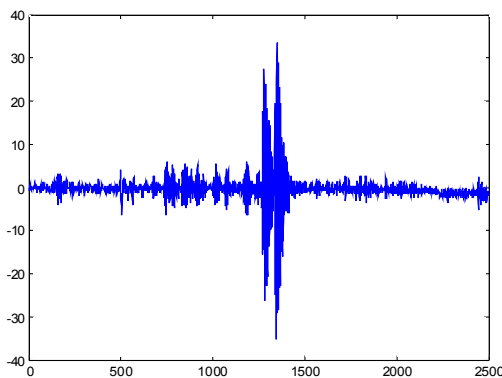
## VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengambilan data

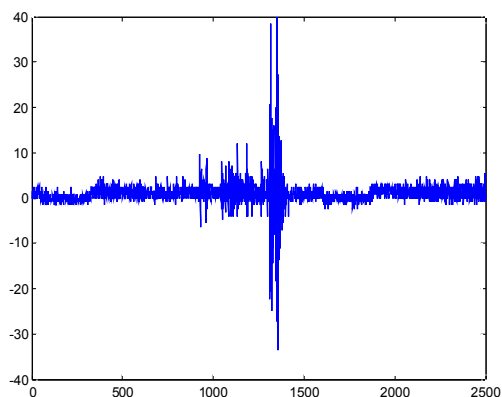
Pengujian peluahan sebagian dalam tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan tiga jenis sumber peluahan yaitu peluahan permukaan, rongga dan korona. Sumber peluahan dideteksi menggunakan antenna *straight monopole*. Analisis sinyal peluahan sebagian ditentukan dengan parameter besarnya magnitudo, durasi peluahan dan frekuensi peluahan. Data yang diperoleh dalam pengujian berupa data dalam bentuk tabular. Kemudian data disalin dalam ekstensi

*B. Data hasil pengujian*

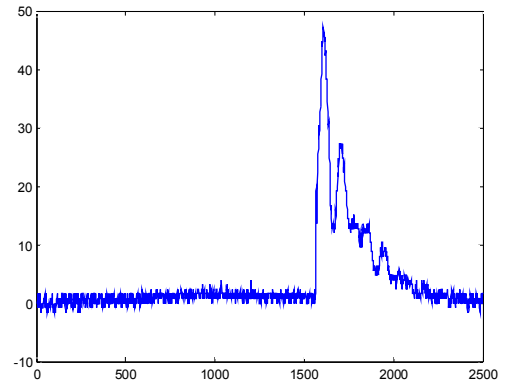
Pengujian dilakukan pada tiga sumber peluahan sebagai yaitu peluahan permukaan, rongga dan korona. Masing - masing sumber peluahan memiliki karakteristik yang berbeda. Dari masing - masing sumber peluahan memiliki karakteristik yang berbeda. Perbedaan dapat dilihat dari bentuk gelombang yang dihasilkan. Pada gambar dibawah ini merupakan tiga jenis sumber peluahan yaitu peluahan permukaan(Gambar 11), peluahan rongga(Gambar 12) dan korona(Gambar 13).



Gbr. 11 Peluhan jenis permukaan



Gbr. 12 Peluhan jenis rongga



Gbr. 13 Peluhan korona

Pada gambar 11 merupakan peluahan jenis permukaan. Karakteristik dan bentuk gelombang peluahan jenis permukaan (Gambar 11) memiliki karakter yang hampir mirip dengan peluahan jenis rongga (Gambar 12). Karakteristik yang mirip terlihat pada bentuk gelombang yang sama dan memiliki magnitudo yang tidak terlalu jauh. Sementara perbedaan terlihat jelas pada korona. Pada korona (Gambar 13) memiliki bentuk peluahan yang berbeda. Perbedaan dapat terlihat pada bentuk gelombang dan magnitudo yang lebih besar dibandingkan peluahan permukaan dan rongga.

Karakteristik perbedaan sinyal peluahan sebagian memiliki perbedaan. Hal ini dapat dilihat dari parameter untuk mengetahui perbedaan sinyal peluahan. Parameter yang digunakan untuk menganalisis ada besarnya magnitudo, durasi peluahan dan frekuensi peluahan. Perbedaan karakteristik dapat dilihat dari data yang telah didapat dibawah ini.

Tabel 1. Data hasil pengujian besarnya magnitudo peluahan sebagian

Sumber Peluahan	Magnitudo Terendah	Magnitudo Tertinggi	Magnitudo Rata-Rata
Permukaan	29.6 mv	43.6 mv	34.16 mv
Rongga	31.2 mv	44.8 mv	37.47 mv
Korona	40.8 mv	88.8 mv	53.29 mv

Tabel diatas menyajikan besaran magnitudo yang dihasilkan oleh masing-masing sumber peluahan. Pada tabel tersebut terlihat bahwa korona memiliki nilai

magnitudo terbesar dibandingkan dengan jenis peluahan permukaan dan rongga. Magnitudo rata-rata yang dihasilkan korona sebesar 53.2978 mV sementara magnitudo rata-rata yang dihasilkan oleh peluahan rongga dan permukaan sebesar 37.475 mV dan 34.169 mV. Perbedaan besarnya nilai magnitudo pada peluahan korona dengan besar tegangan yang diberikan diduga dikarenakan pergerakan medan elektromagnetik dari elektroda jarum ke elektroda plat dapat bergerak bebas tanpa adanya penghalang (*barrier*), sehingga magnitudo yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan peluahan jenis permukaan dan rongga.

Tabel 2. Data hasil pengujian durasi peluahan sebagian

Sumber Peluahan	Durasi Tercepat	Durasi Terlama	Durasi Rata – Rata
Permukaan	0.21 $\mu$ s	0.287 $\mu$ s	0.239 $\mu$ s
Rongga	0.27 $\mu$ s	0.985 $\mu$ s	0.372 $\mu$ s
Korona	86 $\mu$ s	156.8 $\mu$ s	125.8 $\mu$ s

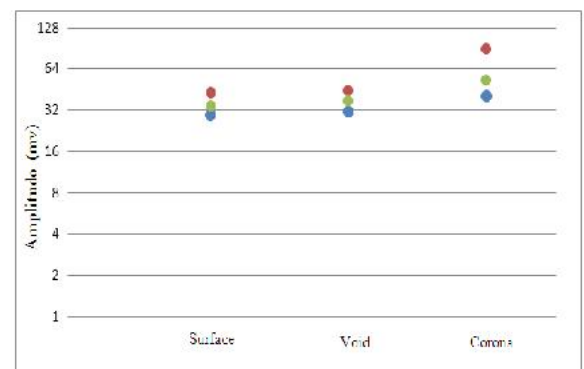
Tabel diatas menyajikan durasi waktu peluahan sebagian permukaan, rongga dan korona. Dari ketiga jenis peluahan sebagian dihasilkan durasi peluahan yang berbeda. Jika dilihat dari durasi waktu peluahan rata - rata, durasi waktu peluahan pada peluahan sebagian permukaan dan rongga selama 0.239  $\mu$ s dan 0.372  $\mu$ s. Sementara korona menghasilkan waktu rata-rata peluahan selama 125.85  $\mu$ s. Dari data yang direkam dapat diketahui durasi waktu peluahan terlama dihasilkan oleh korona.

Tabel 3. Data hasil pengujian besarnya frekuensi peluahan sebagian

Sumber Peluahan	Frekuensi Terkecil	Frekuensi Terbesar	Frekuensi Rata – Rata
Permukaan	74.8 MHz	75.97 MHz	75.37 MHz
Rongga	74.8 MHz	75.97 MHz	75.65 MHz
Korona	0.02 MHz	0.076 MHz	0.047 MHz

Tabel diatas menyajikan besarnya frekuensi peluahan yang dihasilkan untuk masing - masing sumber peluahan. Frekuensi rata -rata yang dihasilkan pada peluahan jenis permukaan sebesar 75.37 MHz dan frekuensi rata-rata peluahan rongga sebesar 75.65 MHz. Sementara frekuensi rata-rata korona sebesar 0.047 MHz. Frekuensi yang dihasilkan pada peluahan permukaan dan rongga memiliki hasil yang hampir sama, hal ini dikarenakan peluahan sebagian permukaan dan rongga memiliki karakteristik durasi waktu peluahan dan jenis penyebaran muatan yang hampir sama. Penelitian ini dibuktikan oleh Sun-geun Goo. Penelitian yang telah dilakukan menggunakan sumber peluahan permukaan dan peluahan rongga. *Apparent discharge amount* yang dihasilkan oleh sumber peluahan permukaan dan rongga memiliki jumlah yang hampir sama. Berbeda dengan korona yang memiliki frekuensi yang lebih kecil dibandingkan peluahan permukaan dan rongga, hal ini dikarenakan durasi waktu peluahan korona jauh lebih besar dibandingkan dengan durasi waktu peluahan jenis permukaan dan rongga.

### C. Karakteristik peluahan sebagian

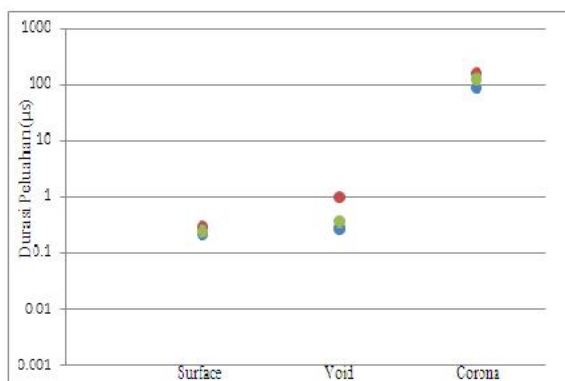


Gbr. 14 Perbandingan Magnitudo

Gambar 14 adalah perbandingan magnitudo dari sumber peluahan permukaan, rongga dan korona. Untuk mengetahui perbedaan karakteristik diantara ketiga sumber peluahan, dapat dilihat dari nilai magnitudo tertinggi, magnitudo terendah dan magnitudo rata-rata masing - masing sumber

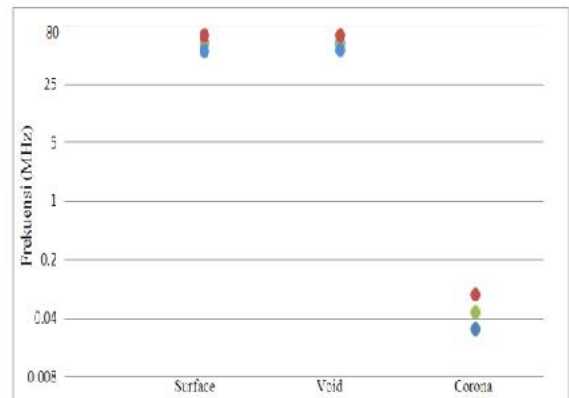


Pada grafik diatas diketahui bahwa nilai magnitudo peluahan permukaan dan rongga mempunyai karakteristik magnitudo yang hampir sama. Sementara untuk magnitudo terbesar dihasilkan oleh peluahan sebagian korona. Perbedaan magnitudo yang dihasilkan dari masing - masing sumber peluahan terjadi karena proses pola peluahan yang berbeda. Dengan level tegangan pengujian yang diberikan, korona menghasilkan magnitudo yang paling tinggi. Namun karena sifat korona yang memiliki magnitudo yang hampir konstan untuk setiap level tegangan, maka jika level tegangan input dinaikkan mungkin magnitudo peluahan sebagian permukaan dan rongga akan naik.



Gbr. 15 Perbandingan durasi sinyal

Gambar 15 adalah perbandingan durasi sinyal peluahan dari masing - masing sumber peluahan. Untuk mengetahui karakteristik dari ketiga jenis peluahan, dapat dilakukan dengan membandingkan durasi tercepat, durasi terlambat dan durasi rata-rata dari masing - masing sumber peluahan. Gambar 15 menunjukkan bahwa durasi sinyal tercepat terjadi pada peluahan jenis permukaan. Durasi peluahan rongga memiliki durasi peluahan yang lebih lama dibandingkan peluahan permukaan. Durasi waktu peluahan terlambat terjadi pada peluahan jenis korona. Hal ini diduga karena saat terjadi peluahan, muatan bergerak secara langsung dari elektroda jarum menuju elektroda plat tanpa adanya penghalang isolasi dan menyebabkan durasi korona lebih lama dibandingkan dengan peluahan permukaan dan rongga.



Gbr. 16 Perbandingan frekuensi

Gambar 16 adalah perbandingan frekuensi peluahan dari masing - masing sumber peluahan. Untuk melihat karakteristik frekuensi dari masing - masing peluahan dapat dilihat dari frekuensi terkecil, frekuensi terbesar dan frekuensi rata-rata dari masing - masing peluahan. Dari Gambar 16 dapat diketahui bahwa frekuensi terkecil terjadi pada peluahan jenis korona dan frekuensi terbesar terjadi pada peluahan sebagian jenis rongga. Perbedaan frekuensi diantara ketiga sumber peluahan karena adanya perbedaan durasi waktu peluahan dari masing - masing sumber.

Frekuensi peluahan sangat bergantung pada durasi waktu peluahan. Pada peluahan permukaan dan rongga memiliki durasi waktu peluahan yang cepat dan hampir sama. Hal ini yang menyebabkan frekuensi yang dihasilkan oleh peluahan permukaan dan rongga memiliki besar yang hampir sama juga. Sementara pada korona memiliki durasi waktu peluahan yang lebih lama dibandingkan dengan peluahan permukaan dan rongga. Besarnya durasi waktu peluahan akan berbanding terbalik dengan frekuensi yang dihasilkan. Semakin lama durasi peluahan, maka akan semakin kecil frekuensi yang dihasilkan. Hal inilah yang menyebabkan frekuensi korona jauh lebih kecil dibandingkan peluahan permukaan dan rongga.

Penelitian yang dilakukan telah menunjukkan perbedaan karakteristik dari beragam sumber peluahan sebagian.

Karakteristik dari masing - masing sumber peluahan dapat diketahui dengan membandingkan sinyal peluahan dengan parameter magnitudo, durasi sinyal dan frekuensi peluahan. Penelitian yang dilakukan menunjukkan hasil karakteristik yang berbeda. Perbedaan karakteristik dapat dilihat dari besarnya magnitudo peluahan. Magnitudo terbesar terdapat pada korona, sementara magnitudo peluahan permukaan dan rongga memiliki besar yang hampir sama. Perbedaan karakteristik selanjutnya dapat dilihat dari besarnya durasi peluahan yang dihasilkan. Pada penelitian yang dilakukan, durasi peluahan terlama terjadi pada korona. Hal ini sangat berbeda dengan durasi peluahan pada sumber peluahan permukaan dan rongga. Durasi peluahan pada sumber peluahan permukaan dan rongga sangat cepat. Kemudian parameter terakhir yang digunakan untuk membedakan karakteristik peluahan adalah frekuensi. Perbedaan frekuensi dapat terlihat jelas diantara ketiga sumber peluahan. Frekuensi yang dihasilkan oleh sumber peluahan permukaan dan rongga memiliki besar yang hampir sama. Sementara frekuensi yang dihasilkan korona jauh lebih kecil dibandingkan peluahan permukaan dan rongga. Hal ini dikarenakan korona memiliki durasi peluahan yang lama. Frekuensi akan selalu berbanding terbalik dengan durasi peluahan. Jika durasi waktu peluahan semakin lama, maka frekuensi yang dihasilkan akan semakin kecil. Penelitian yang dilakukan telah menunjukkan perbedaan karakteristik dari masing masing sumber peluahan dengan menggunakan parameter magnitudo, durasi waktu dan frekuensi.

Pendeteksian dan pengolahan sinyal peluahan sebagian pada penelitian ini hanya sebatas mendeteksi gelombang peluahan. Ketika terjadi peluahan, maka sinyal peluahan akan ditangkap oleh sensor ( antena *monopole* ). Sinyal peluahan akan ditampilkan di osiloskop, kemudian diolah dengan program *matlab*. Program yang digunakan untuk mendeteksi sinyal peluahan

masih belum akurat. Hal ini dikarenakan menggunakan *threshold* yang sama untuk 85 sampel data pada setiap sumber peluahan. Penggunaan *threshold* yang sama memiliki kelemahan yaitu masih terdapat beberapa *noise* yang dianggap sebagai sinyal peluahan. Pemisahan *noise* dan sinyal peluahan asli dapat dilakukan dengan beberapa cara lainnya, yaitu dengan menggunakan *artificial intelligence*. Dengan menggunakan *artificial intelligence*, sinyal peluahan sebagian yang didapat akan dipisahkan dari *noise*. Pemisahan sinyal peluahan dari *noise* dilakukan dengan beberapa iterasi dan didapat eror yang kecil, sehingga sinyal peluahan asli dapat diketahui.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### A. Simpulan

Setelah melakukan proses pengujian serta analisa data maka diperoleh simpulan sebagai berikut :

1. Penelitian lebih lanjut mengenai pendeteksian beragam sumber peluahan sebagian sebaiknya dilakukan dengan menggunakan sumber tegangan yang memiliki kapasitas tegangan yang lebih besar, sensor yang sensitif dan terhindar dari interferensi gelombang gangguan (*noise*), sehingga dapat diperoleh karakteristik gelombang peluahan sebagian secara jelas dari peluahan yang menghasilkannya.
2. Pendeteksian sinyal peluahan sebagian masih terdapat gangguan (*noise*) yang cukup besar, oleh karena itu diperlukan metode lain dalam pemisahan *noise* dan sinyal peluahan dengan menggunakan metode *artificial intelligence*. Penggunaan *artificial intelligence* memungkinkan untuk pengenalan pola peluahan sebagian, sehingga dapat mengetahui sinyal peluahan sebagian yang terpisah dari *noise*.

- [1] Frederick. H. Kreuger, 1991; *Industrial High Voltage*: Delft University Press. Netherland
- [2] Dustin H. Froula, Siegfried H. Glenzer, Neville C. Luhmann, and Jr., John Sheffield, 2001. *Plasma Scattering of Electromagnetic Radiation, 2nd ed.*, Elsevier.
- [3] K. Lonngren and S. Savov, Fundamentals of Electromagnetics with MATLAB, 1st ed., SciTech Publishing, 2005
- [4] M. Muhr, T. Strehl, E. Gulski, K. Feser, E. Gockenbach, And W. Hauschild,. 2006. *Sensors And Sensing Used For Non-Conventional Pd Detection*, Ref No: DI-102, Cigré
- [5] J. Lopez-Roldan, T. Tang And M. Gaskin . 2008; *Design And Testing Of Uhf Sensors For Partial Discharge Detection In Transformers* .Australia
- [6] Sun-Geun Goo, Hyeongjun Ju, Kijun Park, Kiseon Han, Jinyul Yoon. 2007; *Ultra-High Frequency Spectral Characteristics Of Partial Discharge In Insulation Oil*. Korea
- [7] Electric Power Research Institute. Korea