

II. TINJAUAN PUSTAKA

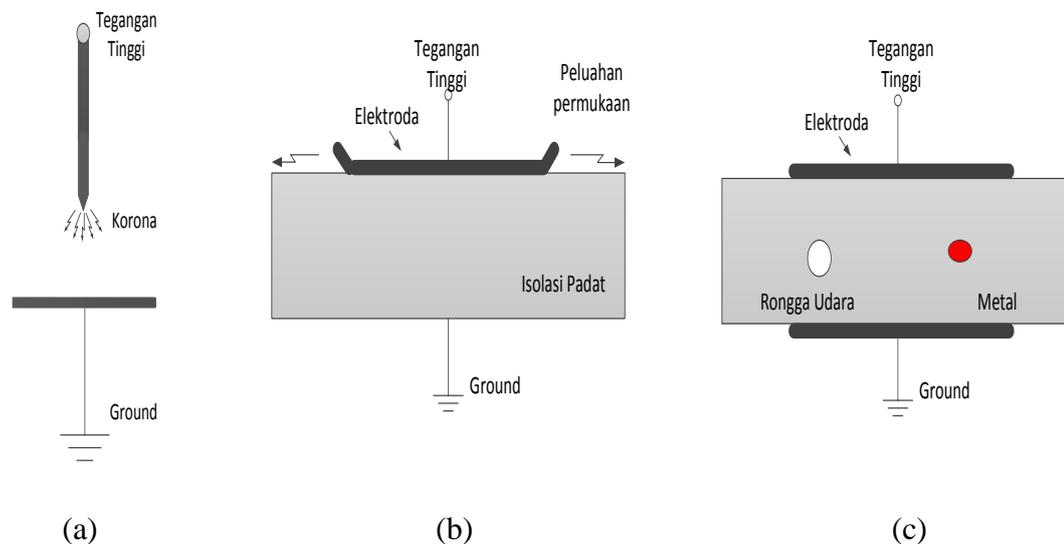
A. Peluahan Sebagian

Peluahan Sebagian (*Partial Discharge*) merupakan peristiwa peluahan listrik lokal yang menghubungkan sebagian isolasi di antara dua konduktor. Peluahan tersebut dapat terjadi baik di permukaan maupun di tengah bahan isolasi. Peristiwa ini ditandai dengan pelepasan atau loncatan muatan listrik pada sebagian kecil sistem isolasi listrik dan tidak menjembatani ruang antara dua konduktor secara sempurna. Peluahan sebagian dapat terjadi pada bahan isolasi padat, bahan isolasi cair maupun bahan isolasi gas.

Berdasarkan lokasi terjadinya, peluahan sebagian dapat dikategorikan sebagai peluahan permukaan, peluahan di dalam bahan isolasi dan korona (Frederick. H. Kreuger, 1991). Peluahan permukaan terjadi pada permukaan bahan isolasi seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1.a. Peluahan di dalam bahan isolasi terjadi akibat adanya ketidaksempurnaan pada bagian dalam bahan isolasi (Gambar 2.1.b). Ketidaksempurnaan bahan dapat berupa adanya rongga udara atau adanya partikel kontaminan seperti serpihan logam atau bahan-bahan konduktif lainnya. Sedangkan korona merupakan peluahan sebagian yang terjadi di bagian yang runcing pada konduktor metal (Gambar 2.1.c).

Secara umum peluahan sebagian dapat dinyatakan sebagai pulsa dengan durasi waktu yang sangat singkat. Durasi pulsa yang terjadi bergantung pada jenis sumber peluahan sebagian. Peluahan sebagian akibat adanya serpihan logam pada bagian dalam isolasi padat menghasilkan pulsa dengan durasi yang sangat cepat ~ 0.9 ns dan peluahan permukaan menghasilkan pulsa dengan durasi sekitar 17 ns dan korona menghasilkan pulsa dengan durasi paling lambat, yakni ~ 50 ns (Martin D. Judd, 2005a).

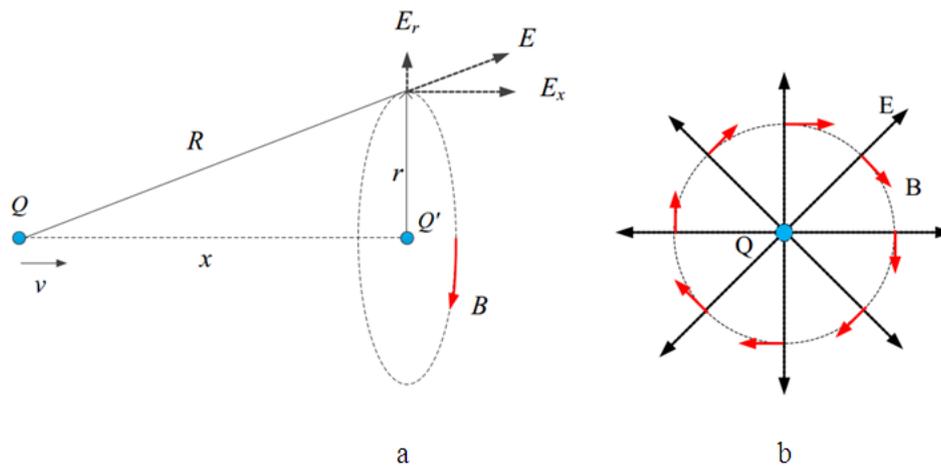
Dengan menggunakan alat ukur yang sesuai, semisal *digitizer* atau osiloskop, pulsa yang dihasilkan pada proses peluahan sebagian dapat dideteksi dan direkam. Karena pulsa yang dihasilkan oleh sumber yang berbeda memiliki durasi yang berbeda-beda, maka gelombang yang direkam oleh osiloskop juga akan berbeda pula. Sehingga memungkinkan untuk membedakan jenis sumber peluahan sebagian melalui gelombang yang direkam.



Gambar 2.1 Jenis - jenis sumber peluahan sebagian
(a) peluahan korona, (b) peluahan permukaan dan (c) peluahan rongga (Frederick, 1991)

B. Radiasi Gelombang Elektromagnetik

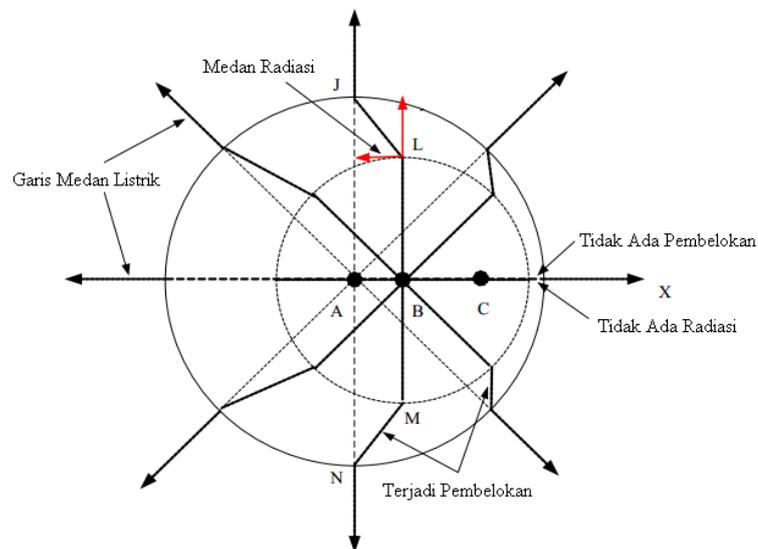
Peluhan sebagian merupakan gejala awal penyebab kerusakan pada transformator. Terdapat beberapa jenis peluhan sebagian yaitu peluhan permukaan, rongga dan korona. Peluhan sebagian merupakan proses pergerakan muatan yang dipengaruhi oleh medan listrik dan medan magnet. Muatan listrik yang tidak bergerak (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 2.2.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 2.2.b).



Gambar 2.2. Arah pergerakan medan listrik dan medan magnet (Dustin H. Froula, 2001)

Ketika muatan listrik dipercepat atau diperlambat akibat adanya gaya luar yang dialaminya, maka muatan listrik tersebut akan menghasilkan medan elektromagnetik. Berikut ini dijelaskan secara singkat radiasi elektromagnetik yang dihasilkan oleh muatan listrik. 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 pembelokan (*dissaligment*). Pembelokan garis medan listrik terjadi karena keterlambatan garis medan memperbaharui posisinya atau dengan kata lain garis medan listrik mengalami keterlambatan penyesuaian arah garis medan dari garis medan sebelumnya. Akibat keterlambatan proses penyesuaian arah medan tersebut, maka dihasilkan radiasi medan listrik dan medan magnetik atau lebih dikenal sebagai radiasi elektromagnetik seperti diperlihatkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pristiwa radiasi gelombang elektromagnetik (Lonngren & Savov, 2005)

Proses peluahan 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 elektomagnetik tersebut dapat dihitung dengan menurunkan persamaan Biot-Savart :

$$E_t = \frac{NQ\mu_0}{4\pi} \frac{[a] \sin \theta}{\rho} \quad \dots (1)$$

Dimana N adalah jumlah elektron, Q adalah besar muatan, μ_0 adalah permeabilitas medium, $[a]$ merupakan faktor *retardation*, ρ adalah faktor percepatan elektron dan θ adalah sudut pengamatan.

Gelombang elektromagnetik yang dihasilkan saat terjadinya peluahan sebagian dapat dideteksi dengan menggunakan sensor yang dirancang berdasarkan jenis sumber peluahan sebagian itu sendiri. Adapun faktor yang mempengaruhi besar sinyal elektromagnetik sesuai persamaan 1 adalah sebagai berikut :

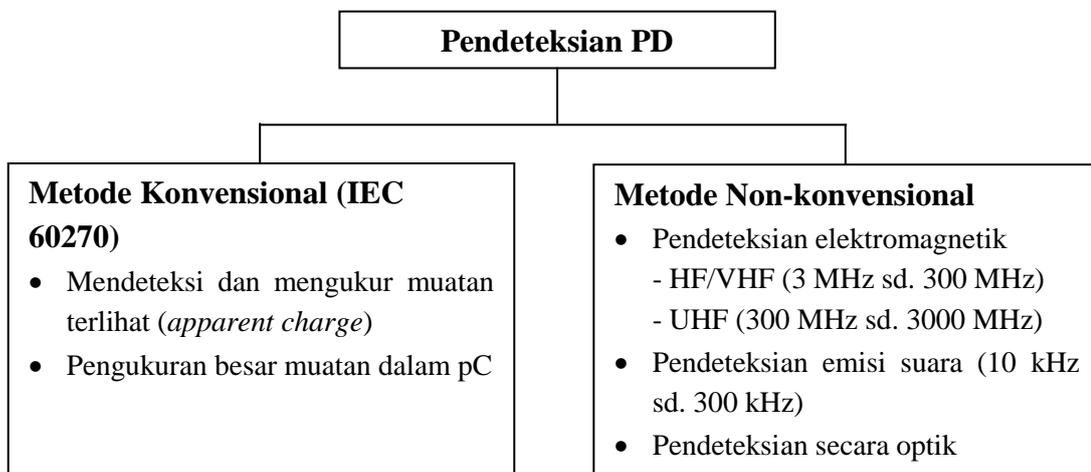
1. Jumlah elektron saat terjadinya peluahan.
2. Percepatan elektron karena pengaruh kuat medan disekitarnya.
3. Permeabilitas media.
4. Sudut dan jarak pengamatan dari percepatan elektron.

C. Metode Pendeteksian Peluahan Sebagian

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. Alat ukur pada metode IEC 60270 dihubungkan dengan rangkaian kapasitor untuk mengukur ekuivalen

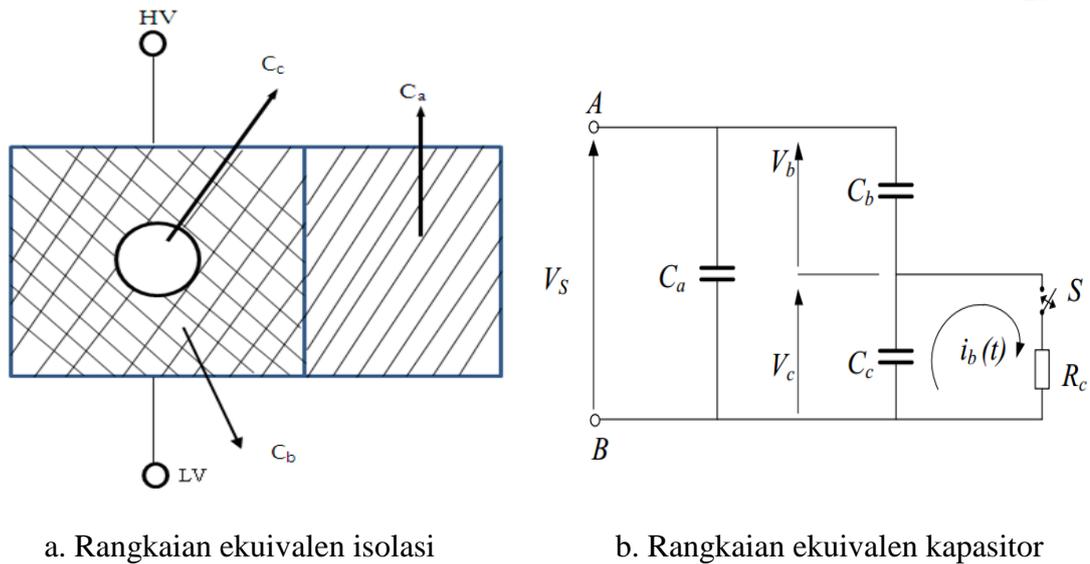
muatan yang dihasilkan oleh proses peluahan. Dengan metode konvensional, besar sudut fasa dan kuantitas lainnya dapat dideteksi dan diukur. Namun metode ini memiliki kelemahan mendasar yakni besarnya gangguan (*noise*) yang juga akan terukur ketika pengukuran dilakukan di lapangan terbuka. Hal ini dapat terjadi karena sinyal gangguan di lingkungan terbuka cenderung memiliki frekuensi yang sama dengan sistem pengukuran IEC 60270.

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 2.4.



Gambar 2.4. Metode pendeteksian peluahan sebagian (M. Muhr, 2006).

Metode konvensional menurut standar (IEC 60270) dapat dilakukan dengan menggunakan rangkaian kopling langsung. Rangkaian kopling langsung memiliki kelebihan yaitu dapat mendeteksi dan mengukur muatan terlihat dari peluahan sebagian dan hasil pengukurannya dapat dikalibrasi. Rangkaian kopling langsung dapat dilakukan dengan memasang kapasitor secara paralel terhadap sumber tegangan (Gambar 2.5).



a. Rangkaian ekuivalen isolasi

b. Rangkaian ekuivalen kapasitor

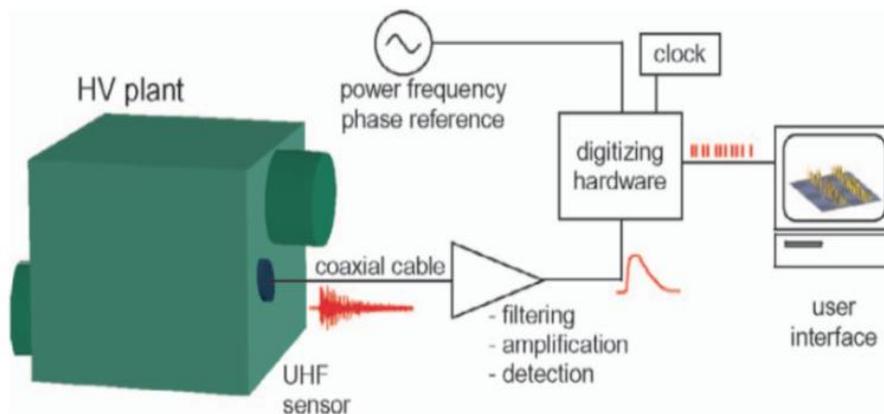
Gambar 2.5 Rangkaian ekuivalen isolasi(a) dan kapasitor(b). (E. Kuffel etc all, 2000)

Gambar 2.5 merupakan gambar pendeteksian dan pengukuran peluahan sebagian dengan menggunakan rangkaian kopling langsung. Pada Gambar 2.5.a adalah rangkaian ekuivalen isolasi. Gambar 2.5.a menjelaskan bahwa terdapat rongga pada bagian isolasi. Rongga pada bagian isolasi diakibatkan karena ketidaksempurnaan bahan isolasi. Sementara pada Gambar 2.5.b merupakan rangkaian ekuivalen kapasitor yang merepresentasikan isolasi pada Gambar 2.5.a. Saat terhubung dengan sumber tegangan maka akan mengalir muatan ke seluruh kapasitor. Rongga pada isolasi direpresentasikan sebagai C_b . Kapasitor C_b akan mendapatkan muatan sampai muatan penuh. Setelah muatan penuh, maka muatan akan dilepaskan menuju kapasitor C_c . Pada saat pelepasan muatan oleh C_b menuju C_c , maka terjadi kekosongan muatan pada kapasitor C_b . Hal ini menyebabkan terjadinya perbedaan tegangan pada kapasitor C_c dan C_a . Dalam waktu yang cepat, terjadi perpindahan muatan untuk menstabilkan tegangan pada kapasitor C_c . Besar muatan yang dikirim menuju kapasitor C_c inilah yang disebut dengan *apparent*

charge. *Apparent charge* saat terjadi peluahan dapat diukur dengan cara memasang alat ukur pada terminal sumber tegangan.

Salah satu metode pendeteksian peluahan lain yang digunakan adalah metode elektromagnetik. Metode elektromagnetik merupakan metode pendeteksian non konvensional. Metode ini didasarkan pada prinsip pendeteksian sinyal elektromagnetik yang dihasilkan pada proses peluahan sebagian. Sinyal elektromagnetik yang dihasilkan oleh peluahan, dideteksi dan ditangkap dengan menggunakan sensor yang sesuai. Metode ini telah dipergunakan untuk mendeteksi peluahan sebagian pada gardu induk gas SF₆. Saat ini metode elektromagnetik juga telah diupayakan untuk aplikasi pendeteksian peluahan pada transformator (Martin D. Judd, 2005b).

Gambar 2.6 menunjukkan tipikal diagram pendeteksian dengan menggunakan metode elektromagnetik. Sinyal elektromagnetik yang dihasilkan oleh sumber peluahan sebagian ditangkap oleh sensor UHF. Kemudian sinyal diteruskan ke peralatan *digitizer* untuk merekam gelombang sinyal peluahan sebagian sebagai fungsi magnitude - waktu. Jika dibutuhkan, maka sinyal yang ditangkap oleh sensor dapat disaring atau diperkuat apabila sinyal memiliki magnitudo yang terlalu kecil, sebelum diumpankan ke *digitizer*. Salah satu peralatan *digitizer* yang paling umum dipergunakan adalah osiloskop dengan fungsi referensi frekuensi dan waktu yang sudah *built in*. Hasil gelombang sinyal peluahan sebagian yang direkam oleh osiloskop kemudian dapat diolah lebih lanjut dengan menggunakan perangkat lunak menggunakan sebuah *personal computer*.



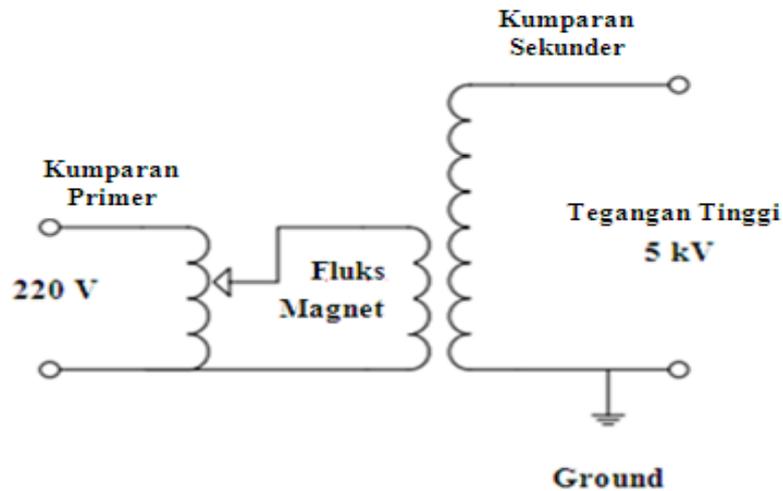
Gambar 2.6. Diagram pendeteksian peluahan (Martin D. Jud, 2002)

D. Pembangkitan Tegangan Tinggi

Tegangan tinggi sangat dibutuhkan dalam pengujian kekuatan bahan dielektrik, korona, rugi-rugi bahan dielektrik dan pengujian isolasi peralatan terhadap tegangan tinggi. Secara garis besar pembangkitan tegangan tinggi terdiri dari :

1. Pembangkit tegangan tinggi bolak-balik (AC).
2. Pembangkit tegangan tinggi searah (DC) .
3. Pembangkit tegangan tinggi impuls.

Tegangan tinggi bolak balik diperoleh dengan menggunakan trafo 1 fasa dengan perbandingan belitan jauh lebih besar dari trafo daya yang disebut dengan trafo uji. (Abduh Syamsir, 2001).



Gambar 2.7. Rangkaian pembangkit tegangan tinggi bolak-balik

Gambar 2.7 menunjukkan diagram rangkaian percobaan pembangkitan tegangan 5 kV yang dilakukan dalam penelitian. Transformator tegangan tinggi yang digunakan merupakan susunan 10 buah transformator 220/500 Volt yang disusun paralel menggunakan 10 buah transformator. Rangkaian transformator pada Gambar 2.7 merupakan penyederhanaan dari 10 buah transformator 220/500 Volt yang dipergunakan. Rangkaian 10 buah transformator 220/500 Volt yang terhubung paralel ditampilkan dalam Lampiran 1.

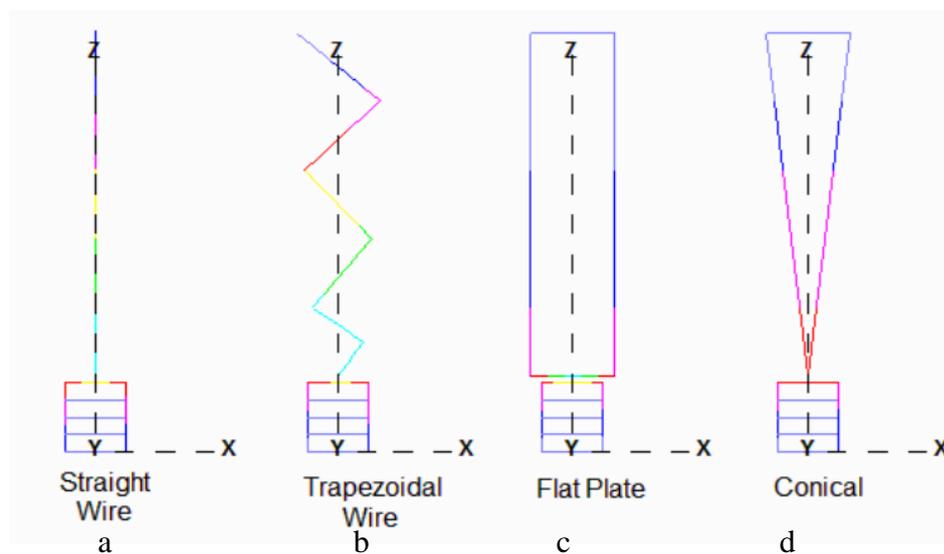
Pembangkitan tegangan tinggi dapat dilakukan dengan cara membuat kumparan sekunder lebih banyak dari kumparan primer. Pada saat diberikan sumber tegangan, maka timbul medan magnet pada kumparan primer. Medan magnet pada kumparan primer akan membentuk fluks magnet dan berpindah dari kumparan primer ke kumparan sekunder. Kemudian saat kumparan sekunder

diberi penghantar, akan mengalir arus dan tegangan pada terminal *output* transformator.

Pengujian tegangan tinggi dapat dilakukan dengan menempatkan isolasi diantara elektroda yang dihubungkan oleh tegangan tinggi. Pada saat tegangan tinggi dibangkitkan, maka tidak ada pergerakan elektron yang bebas bergerak melainkan elektron yang terikat pada inti atom membentuk bahan isolasi tersebut. Setiap bahan isolasi memiliki batas kemampuan untuk menahan tekanan elektrik. Ketika tekanan elektrik melebihi batas kemampuan isolasi dan terjadi secara terus menerus maka akan mengakibatkan tembus listrik (*breakdown*).

E. Sensor Untuk Mendeteksi Peluhan Sebagian

Pemantauan keadaan isolasi pada transformator dapat dilakukan dengan mendeteksi dan mengukur peluhan sebagian yang mungkin timbul dalam isolasi transformator. Untuk dapat mendeteksi terjadinya peluhan sebagian pada transformator, maka diperlukan sensor agar bisa menangkap sinyal saat terjadinya peluhan sebagian. Secara garis besar, terdapat beberapa jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi peluhan sebagian seperti pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Jenis sensor peluhan sebagian (J. Lopez-Roldan,2008)

Pada Gambar 2.8 dapat terlihat beberapa jenis antena yang digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi peluhan sebagian. Antena pada Gambar 2.8.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 2.8.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 2.8.c adalah antena

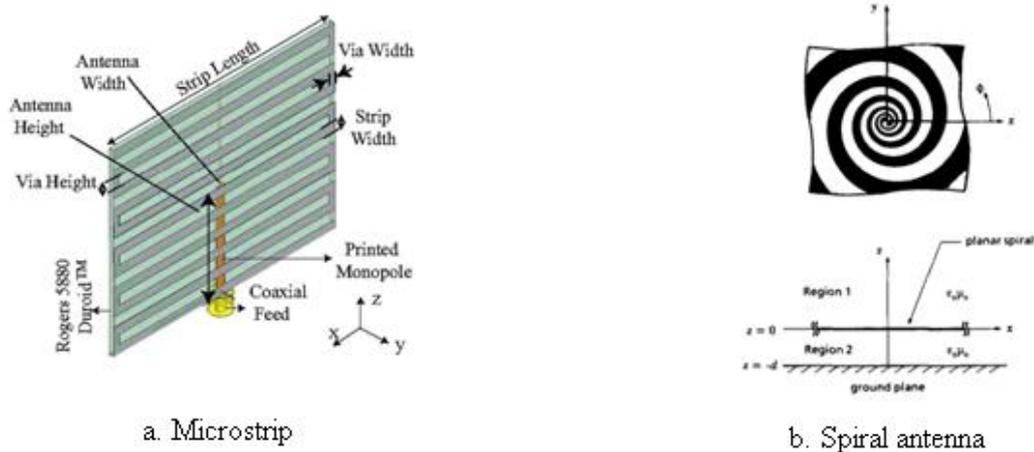
flute wire dengan desain tembaga yang dibuat menjadi bidang segi empat. Antena ini memiliki *gain* yang lebih kecil dibanding antena lainnya. Kemudian antena selanjutnya adalah jenis *conical* pada Gambar 2.8.d yang di desain seperti bangun kerucut. Antena ini memiliki *gain* yang lebih baik dibandingkan *straight wire* (Jose Lopez-Roldan, 2008).

Penempatan posisi antena sebagai sensor sangat berpengaruh dalam pendeteksian peluahan sebagian. Ada beberapa cara untuk penempatan posisi sensor pada transformator yaitu dapat ditempatkan pada saluran pembuangan minyak isolasi (Jose Lopez-Roldan, 2008) atau dengan menggunakan jendela dielektrik (Martin D. Judd, 2005b). Penempatan sensor pada saluran pembuangan minyak isolasi memiliki kelemahan, dimana ukuran dari sensor harus sesuai dengan ukuran lubang saluran pembuangan minyak isolasi. Sementara untuk jenis sensor jendela dielektrik dapat dilakukan dengan ukuran yang diinginkan dan ditempatkan dengan cara melubangi tangki transformator. Penempatan posisi sensor pada transformator dapat dilakukan saat transformator dalam masa pemeliharaan atau saat transformator belum diproduksi tanpa harus mengurangi kinerja transformator.

Biasanya jenis sensor yang digunakan pada saluran pembuangan minyak isolasi menggunakan jenis sensor *monopole*. Ukuran sensor pada saluran pembuangan minyak isolasi dirancang dengan diameter kurang dari 5 cm dan panjangnya kurang dari 20 cm (Jose Lopez-Roldan, 2008). Desain dari sensor *monopole* yang telah digunakan adalah berbentuk *monopole* pendek (Pinpart, T and Judd, M.D. 2009), *plat*, *zig-zag* atau *conikal* (Pantelis Agoris, 2007) atau bentuk lainnya yang

sesuai dengan ukuran saluran pembuangan minyak isolasi. Penempatan posisi sensor yang dalam, mengakibatkan besarnya magnitudo sinyal peluahan semakin besar, sehingga posisi penempatan sensor haruslah tepat, karena tekanan medan listrik yang tinggi pada ujung sensor dapat menyebabkan terjadinya *breakdown* (David F. Warne, 2004).

Bentuk sensor yang digunakan pada jendela dielektrik menggunakan bentuk *planar* atau mendatar (Martin D. Judd, 2005b), *microstrip* (Aycan Erentok, 2008), *log-spiral*, *spiral* (Atanu Roy, 2007) dan *fractal* (Aycan Erentok and Richard W. Ziolkowski, 2008). Contoh antenna yang digunakan dapat terlihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Sensor berbentuk planar : a. Microstip b. Spiral antenna

Pembuatan sensor jendela dielektrik ini biasanya dibuat pada permukaan bahan dielektrik dengan membuat rangkaian sirkuit tercetak (*PCB-Print Out Circuit Board*). Ukuran dan bentuk papan *PCB* yang digunakan sebagai sensor harus sesuai dengan frekuensi kerja. Sensor yang ukurannya diperkecil hingga 5 x 5 cm

dapat digunakan untuk frekuensi yang lebih tinggi (Gaetano Marrocco, 2008), tetapi sensor ini memiliki *bandwith spectrum* frekuensi kerja yang kecil. Adapun cara yang digunakan untuk memperbesar *bandwith* yaitu dengan medesain *microstrip* sensor dengan menggunakan PCB berlapis dengan rentang frekuensi 30 MHZ – 1000 MHZ (Aycan Erentok, 2008).

Penggunaan alat ukur untuk menampilkan hasil pendeteksian pada proses terjadinya peluahan sebagian biasanya menggunakan osiloskop. Osiloskop yang digunakan memiliki sistem tidak setimbang pada inputnya. Input yang terhubung pada osiloskop merupakan kabel koaksial dengan inti kabel bertegangan dan selubung kabel adalah *ground*. Sementara sensor dengan menggunakan PCB merupakan jenis sistem setimbang, oleh karena itu dibutuhkan converter untuk menghubungkan antara sensor dengan osiloskop. Pemasangan *converter* ini dengan cara digabung satu kesatuan dengan sensor dengan cara disambungkan langsung ke panel sensor dan *converter* ini dinamakan dengan Balun (*Balanced – Unbalanced*). Jenis sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah *straight wire monopole*. Sensor *straight wire monopole* memiliki respon yang cukup baik dalam mendeteksi sinyal peluahan sebagian (J. Lopez-Roldan,2008).

F. Jenis - Jenis Sumber Peluahan Sebagian Dan Metode Pengenalannya

Pendeteksian peluahan sebagian dengan menggunakan metode elektromagnetik dapat dilakukan untuk mendeteksi dan menangkap sinyal peluahan sebagian dari beragam sumber. Sumber yang biasanya digunakan dalam penelitian pendeteksian peluahan sebagian adalah jenis rongga, permukaan dan korona. Sumber ini akan menghasilkan gelombang elektromagnetik yang mewakili karakteristik pulsa untuk masing - masing sumber. Ketika terjadi proses peluahan, maka setiap sumber peluahan akan mengirimkan pulsa berbeda yang akan ditangkap oleh sensor (antena *monopole*). Pulsa ini akan mendeskripsikan karakteristik dari sumber peluahan tersebut, kemudian karakteristik masing - masing sumber akan ditampilkan dalam bentuk sinyal sinusoidal pada alat ukur osiloskop dengan parameter frekuensi, magnitudo dan durasi sinyal peluahan sebagian.

Penelitian peluahan sebagian dilakukan dengan menggunakan sumber peluahan *surface discharge, internal discharge, oil wedge discharge* (Jian Ye, Shuqing Li and Tao Li, Changzheng Xia). Pada penelitian ini mengamati rentang frekuensi yang dihasilkan oleh sumber saat terjadinya peluahan sebagian . Dari ketiga sumber ini dapat diketahui perbedaan rentang frekuensi waktu peluahan yang terjadi pada *internal discharge* dengan rentang frekuensi 300-800 MHz, *oil wedge discharge* dengan range 50-800 MHz dan *surface discharge* 50-650 MHz. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini menggunakan sumber peluahan sebagian jenis *corona*. Sumber jenis *corona* ini dilakukan untuk

mengamati durasi sinyal. Durasi sinyal yang dihasilkan dalam percobaan ini adalah dengan waktu berkisar 100 ns .(M. D. Judd, 2002).

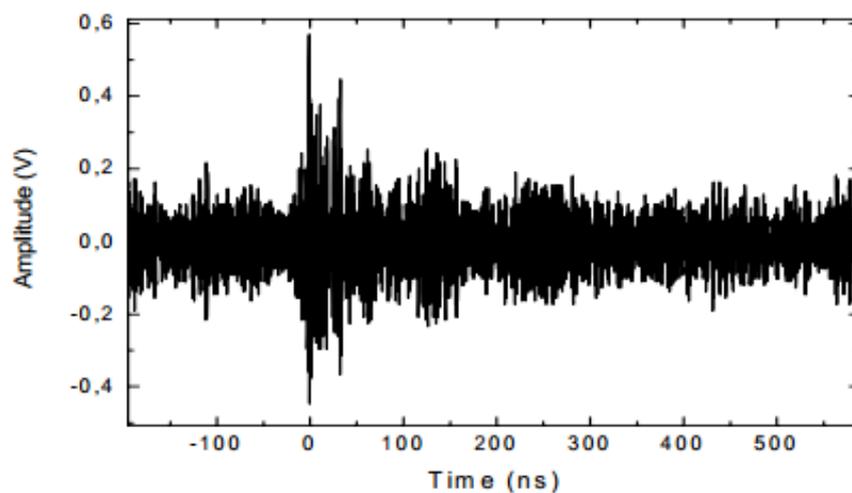
Pengujian yang sama juga dilakukan dengan menggunakan jenis sumber peluahan *corona*. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengamati respon frekuensi serta *noise* yang dihasilkan dengan bentuk antena yang berbeda. Dapat diketahui bahwa respon frekuensi yang baik dan *noise* yang sedikit dapat dilakukan dengan menggunakan antena *conical monopole* dengan panjang lebih dari 100 mm (J. Lopez-Roldan, 2008). Kemudian pengujian dengan menggunakan sumber *corona* dilakukan untuk mengetahui domain waktu dan sinyal saat terjadinya peluahan sebagian. Domain waktu dan sinyal yang dihasilkan akan berbeda bergantung posisi dari sensor dalam penempatannya (H.H. Sinaga, 2010).

Seiring dengan perkembangan pendeteksian peluahan sebagian, pendeteksian dilakukan dengan sumber peluahan jenis rongga, *floating metal* dan kombinasi dari kedua jenis peluahan. Dari ketiga jenis sumber peluahan ini akan dibedakan jenis pulsa peluahan yang dihasilkan berdasarkan jenis sumber peluahan. Untuk menganalisis sinyal pulsa peluahan yang dihasilkan dapat menggunakan *software matlab* lalu mengamati dan menganalisis proses perbaikan sinyal dari *noise* pada gelombang peluahan (Z.Liu, 1998), dikarenakan ada beberapa hal yang mempengaruhi pendeteksian peluahan sebagian yaitu *noise*, *bandwith*, jenis pulsa dan respon sensor yang dipasang (Philip J. G. Orr, 2008).

G. Karakteristik Peluahan

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan tiga sumber peluahan yaitu peluahan permukaan, rongga dan korona. Sumber peluahan yang akan dideteksi akan menghasilkan karakteristik sinyal peluahan yang berbeda. Penentuan karakteristik dilihat dari parameter besaran magnitudo, lama durasi sinyal dan frekuensi dari masing masing sumber peluahan.

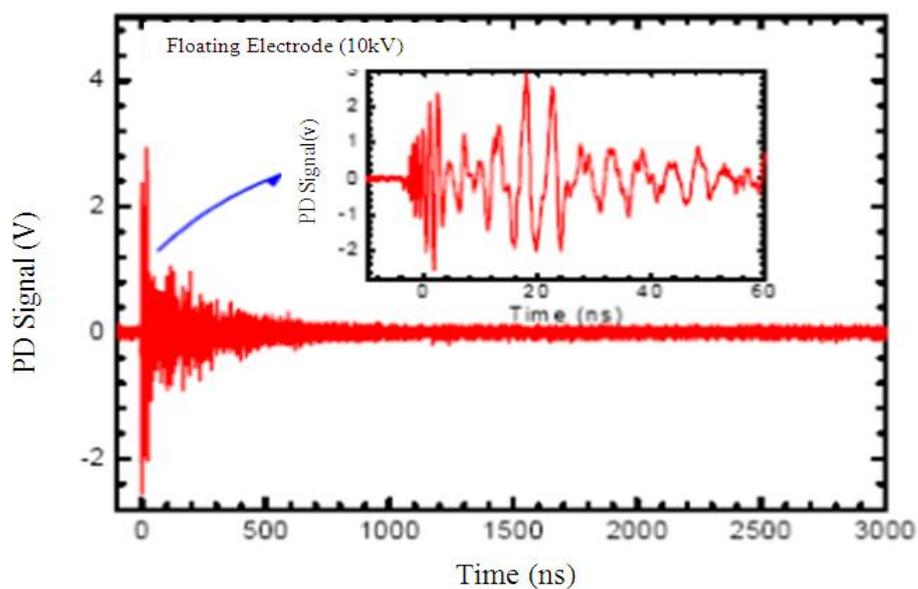
Magnitudo yang dihasilkan oleh masing - masing sumber peluahan akan memiliki perbedaan (Jian Ye, Shuqing Li and Tao Li). Penentuan magnitudo pada sinyal peluahan sebagian dapat dilakukan dengan melihat besar magnitudo pada saat terjadinya peluahan. Besarnya magnitudo peluahan dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Magnitudo gelombang peluahan (S. Tenbohlen, 2009).

Gambar 2.10 adalah salah satu contoh gelombang peluahan. Untuk menentukan amplitudo maksimum pada gelombang peluahan dapat dilakukan dengan melihat titik amplitudo tertinggi pada sinyal peluahan, sehingga amplitudo maksimum dapat diketahui. Berbeda dengan penelitian yang akan dilakukan, penentuan amplitudo dapat ditentukan dengan menggunakan bantuan *software matlab*.

Selain mendeteksi magnitudo peluahan sebagian, pada pengujian yang akan dilakukan adalah mendeteksi durasi waktu peluahan. Durasi waktu peluahan dapat ditentukan dengan mengasumsikan perubahan amplitudo yang sangat berbeda pada gelombang muka, hingga diakhiri dengan adanya ekor gelombang seperti gambar 2.11 (Sun-geun Goo, 2008).

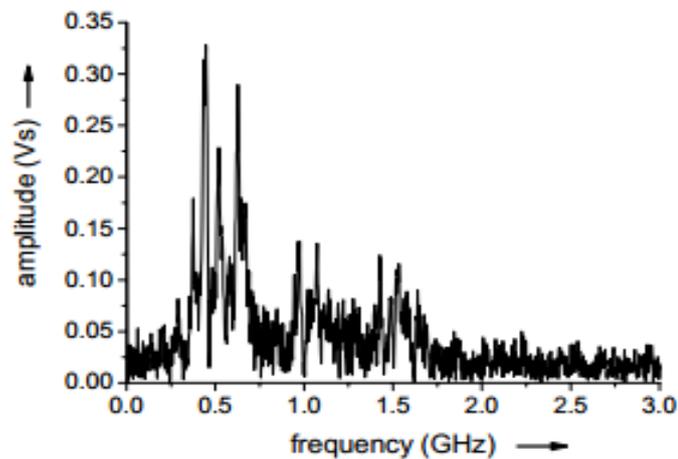


Gambar 2.11 Durasi waktu peluahan sebagian (Sun-geun Goo, 2008)

Gambar 2.11 menunjukkan gelombang peluahan yang dihasilkan dengan menggunakan *floating electrode*. Amplitudo tertinggi pada gambar 2.11 dimulai

pada titik 0 hingga titik 60, hal ini dapat diasumsikan bahwa durasi peluahan sebagian berkisar selama 60 ns.

Karakteristik peluahan sebagian dapat juga dilihat dari frekuensi saat terjadinya peluahan (S. Tenbohlen, D. 2008). Untuk menentukan frekuensi peluahan dapat menggunakan fungsi *FFT (Fast Fourier Transform)*. FFT berfungsi untuk merubah gelombang dari domain waktu menjadi domain frekuensi (Sugeng Riyanto, 2009).



Gambar 2.12. FFT Peluahan Sebagian (S. Tenbohlen, D. 2008)

Gambar 2.12 adalah gambar FFT dari gelombang peluahan sebagian. Terdapat beberapa frekuensi dari gelombang peluahan diatas. Frekuensi dominan dapat dilihat pada daerah yang memiliki amplitudo tertinggi. Frekuensi dominan yang dihasilkan berkisar 600 MHz. Dalam penelitian yang akan dilakukan adalah menentukan frekuensi dominan dengan menggunakan bantuan *software matlab*.