

Perancangan Pendeteksi *Partial Discharge* Pada Isolasi Padat

Mika, Lily Setyowati Patras, Fielman Lisi

Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115

e-mail: mikadarius96@gmail.com, lily.patras@unsrat.ac.id, fielman_lisi@unsrat.ac.id

Abstract — Ceramic insulation is widely, has been widely used as a part of the voltage to one part with the other voltage. But in fact the use of isolation in both distribution and transmission networks is often found to cause partial discharge failure. This final project makes a device that can detect the existence of partial discharge in solid insulation made from ceramics. Partial discharge can be detected using an RC Detector and High Pass Filter with auxiliary equipment such as a ball and oscilloscope to observe the waves displayed. Tests in this study use two ceramic insulators that are still new and that have already been used. From the tests that have been carried out on the two ceramic insulators, different wave results are obtained on the same test.

Keywords: Ceramic insulation; High Pass Filter; Partial Discharge; RC Detector.

Abstrak — Isolasi berbahan keramik secara luas, telah banyak digunakan sebagai penyekat bagian yang bertegangan satu dengan bagian yang bertegangan lainnya. Namun dalam kenyataannya penggunaan isolasi baik pada jaringan distribusi maupun transmisi sering ditemukan *partial discharge* penyebab terjadinya kegagalan. Penelitian ini membuat suatu alat yang dapat mendeteksi adanya *partial discharge* pada isolasi padat berbahan keramik. *Partial discharge* dapat dideteksi menggunakan RC Detector dan High Pass Filter dengan peralatan bantu seperti selah bola dan osiloskop untuk mengamati gelombang yang ditampilkan. Pengujian dalam penelitian ini menggunakan dua isolator keramik yang masih baru dan yang sudah pernah digunakan. Dari pengujian yang telah dilakukan pada kedua isolator keramik maka diperoleh hasil gelombang yang berbeda pada pengujian yang sama.

Kata kunci: Isolasi keramik; High Pass Filter; Partial Discharge; RC Detector.

I. PENDAHULUAN

Penyaluran energi listrik dari pembangkit ke konsumen akan mengalami rugi-rugi sepanjang saluran, untuk itu maka perlu dinaikkan tegangan yang dihasilkan pada pembangkit untuk mengurangi rugi-rugi yang terjadi sepanjang saluran.[1] Tegangan yang dinaikkan bisa menjadi tegangan tinggi dari 70 kv bahkan sampai tegangan extra tinggi 500 kv Tegangan tinggi sangat dipengaruhi oleh kondisi isolasi. Isolasi adalah salah satu faktor yang penting sebagai penyekat bagian bertegangan yang satu dengan bagian bertegangan lainnya. Bahan isolasi terdiri dari tiga jenis yaitu yaitu isolasi padat,

isolasi cair dan isolasi gas/udara, dimana bahan-bahan tersebut memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing.

Mekanisme terjadinya kegagalan/*breakdown* pada isolasi yaitu kegagalan *intrinsic*, kegagalan *thermal*, kegagalan *electromechanical*, kegagalan *streamer* dan kegagalan *partial discharge*. Penyebab terjadinya kegagalan Partial discharge karena adanya void yang berisi gas/udara pada bahan isolasi. *Partial discharge* juga dapat dikatakann sebagai rugi-rugi karena dapat menurunkan kualitas dari bahan isolasi tersebut[2].

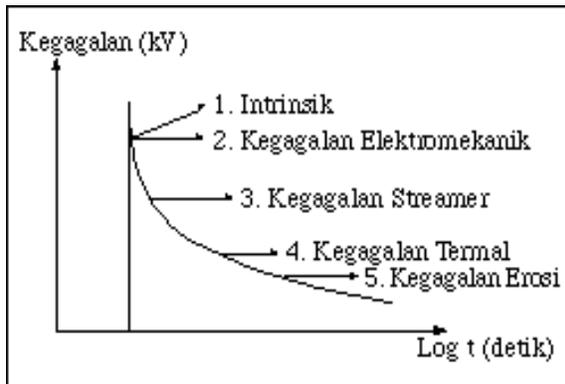
Dalam pabrikasinya isoalasi besar kemungkinan tidak sempurna, sehingga dapat menyebabkan cacat (*defect*). Cacat itu dapat timbul dalam bentuk rongga udara (*void*), yang berisi gas. Didalam bahan isolasi padat terdapat permitivitas relatif ϵ_r lebih besar dibandingkan dengan isolasi gas yang lebih kecil[3]. Dengan demikian apabila isolasi padat terdapat *void* maka pada saat beroperasi gas akan menahan kuat medan yang lebih besar dari isolasi padat, sedangkan kekuatannya jauh lebih kecil dibawa isolasi padat. Akibatnya gas sudah mengalami *breakdown*, sementara isolasi padat masih dalam kondisi sehat. Peristiwa ini disebut dengan *partial discharge*[4]. Dengan adanya masalah tersebut maka kami mencoba untuk membuat suatu Penelitian yang berjudul “Perancangan Pendeteksi *Partial Discharge* pada Isolasi Padat”.

A. Pengertian Isolasi

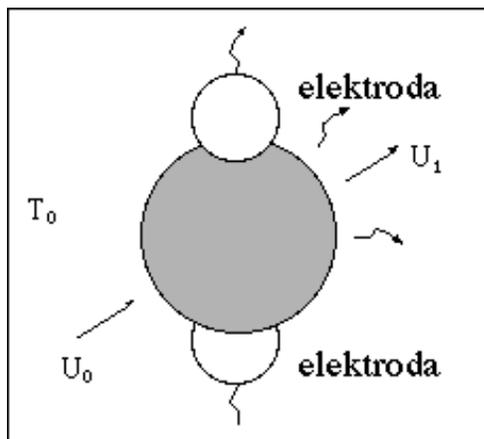
Isolasi adalah suatu bahan yang tidak dapat menghantar aliran listrik, bersifat memisahkan/menyekat bagian yang bertegangan satu dengan bagian bertegangan lainnya agar tidak terjadi kebocoran pada suatu peralatan tegangan tinggi. Fungsi lainnya, isolasi sebagai pelindung dengan tujuan melindungi bagian yang bertegangan agar manusia yang berada disekitar peralatan atau penghantar tidak tersengat listrik. Penggunaan bahan/materal isolasi pada tegangan tinggi terbagi atas tiga bahan utama yaitu isolasi cair, isolasi gas/udara dan isolasi padat[5].

B. Bahan Isolasi Padat

Isolasi padat secara umum mempunyai sifat dielektrik yang baik, mempunyai kemampuan mekanik dan dapat menjadi protektor terhadap lingkungan. Beberapa keuntungan



Gambar 1. Grafik Kegagalan Pada Bahan Isolasi Padat

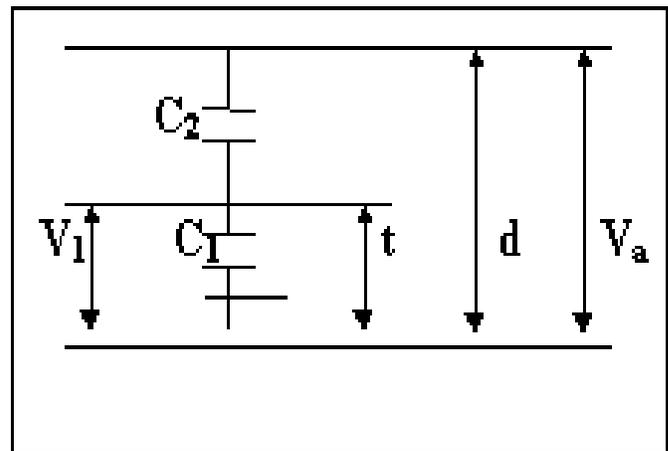
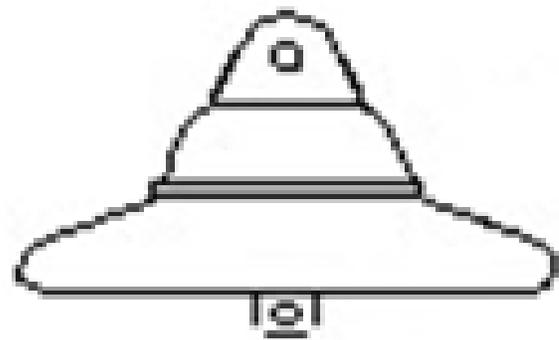
Gambar 2. Kegagalan *Thermal*

dari isolasi padat diantaranya bersifat *self supporting* (tidak perlu pendukung) dan tidak perlu wadah. Isolasi padat juga memiliki kelemahan yaitu sifat *recovery* isolasinya rendah sehingga sekali mengalami tembus maka sudah tidak dapat lagi digunakan dan fungsi sebagai pendingin kurang baik. Adapun bahan-bahan isolasi padat bersumber dari alam melalui tumbuh-tumbuhan dan pertambangan.

1) Isolasi Kertas dan Press Boards

Kertas dan papan (*board*) terbuat dari bahan baku selulosa yang berasal dari berbagai bahan seperti kayu, kapas, *papyrus*, serat alam (yute, rami) dan bambu. Kertas untuk dielektrik biasanya diproses dari *pulp* kayu *kraft* yang berasal dari konifer, kayu lunak atau pinus. Selulosa mempunyai rumus kimia ($C_6H_{10}O_5$) yang merupakan polimer dengan berat molekul tinggi yang terdiri dari kristalin yang bergabung dengan bagian *amorphous*. Secara umum selulosa mempunyai ikatan linier. Namun tidak jarang dilakukan *cross linking* ringan.

Perbedaan antara kertas dan *paper board* kurang jelas namun biasanya dilihat dari ketebalannya. Kertas biasanya untuk ketebalan kurang dari 0,8 mm sedangkan *paper board* untuk ketebalan yang lebih dari itu. Pada proses pembentukan awal maka kandungan air dapat mencapai 98% namun proses selanjutnya, kertas dikeringkan dan kandungan kelembaban didalamnya turun hingga sekitar 5%. Kertas mempunyai sifat higroskopik (mudah menyerap air). Oleh karena itu dalam pemakaiannya dikeringkan dahulu kemudian diimpregnasi dengan minyak mineral, minyak sintetik atau minyak sayur

Gambar 3. Kegagalan *Partial Discharge* dan Ragkaian EkuivalennyaGambar 4. Isolator Piring Tipe *Clevis*

(*vegetable oil*). Konstanta dielektrik kertas sangat tergantung dari minyak impregnasi dan selulosa bahan kertasnya.

2) Karet

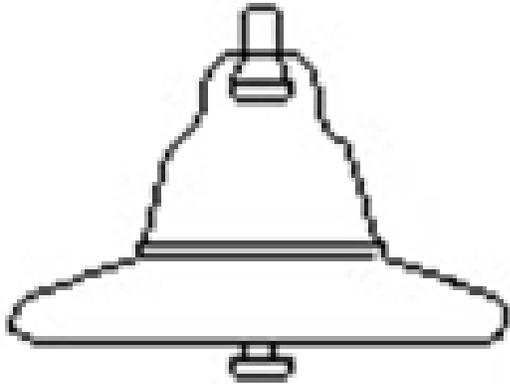
Karet organik berasal dari getah karet. Dengan pemrosesan tertentu maka dapat diperoleh isolasi karet organik dengan bentuk yang diinginkan. Karet mempunyai sifat elastis dan temperatur operasi relatif rendah. Pada suhu tinggi karet akan lembek dan bahkan meleleh.

3) Kayu

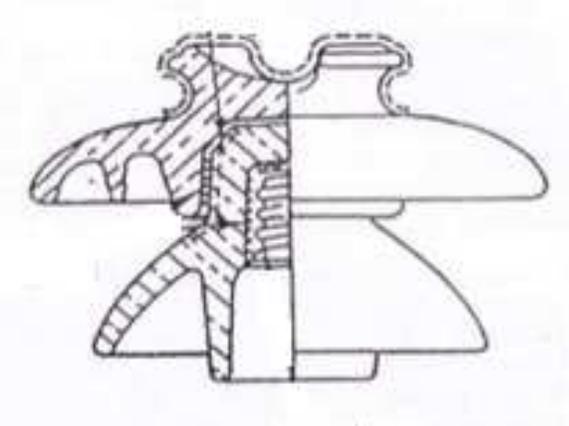
Kayu sudah sangat lemah digunakan sebagai isolasi. Menara kayu banyak dipergunakan hingga tegangan menengah. Kelemahan kayu sebagai isolasi adalah tingkat penyerapan terhadap air yang sangat mempengaruhi sifat kayu. Pada saat ini kayu masih digunakan untuk isolasi terutama di daerah-daerah terpencil.

4) Gelas

Berbeda dengan keramik yang merupakan kristalin maka gelas adalah *amorphous* cair dengan viskositas tinggi dan dicampur dengan oksida logam seperti kalsium atau timbal. Gelas didinginkan ke fase padat tanpa mengalami kristalisasi. Gelas merupakan material anorganik *thermoplastic*. Pada temperatur dibawah transisi gelas bersifat keras dan pada temperatur diatas transisi gelas menyerupai plastik dan melembek. Gelas untuk aplikasi sebagai isolasi secara umum adalah dari jenis silikat.



Gamba 5. Isolator Piring Jenia Ball and Socket



Gambar 6. Isolator Pasak

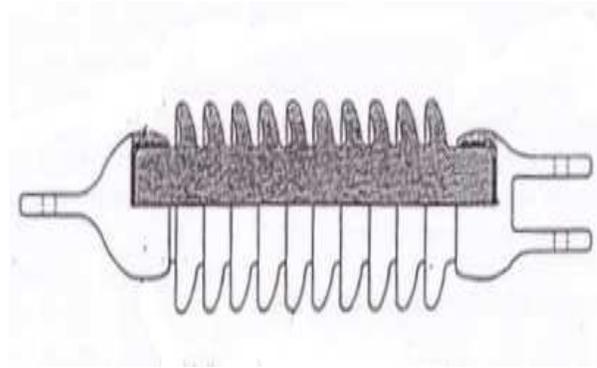
5) *Keramik (Porselen)*

Keramik termasuk bahan isolasi/dielektrik yang secara luas telah dipergunakan sejak lama baik untuk isolasi maupun pada jaringan transmisi dan distribusi. Keramik terbuat dari aluminium silikat hidrat dengan rumus kimia $Al_2O_3SiO_2 \cdot x H_2O$. Secara umum keramik mempunyai susunan kristalin dengan pengikat *amorphous* yang terbentuk selama proses terutama pada saat pembakaran (*frying*). Rasio antara kristalin dan *amorphous* menentukan kualitas keramik.

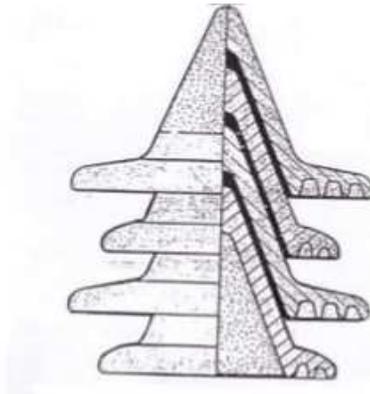
Formasi kristal ditentukan oleh profil temperatur dan waku pembakaran disamping oleh bahan baku yang dipergunakan. Keramik dibagi kedalam dua kelompok dari harga konstanta dielektrik. Keramik dengan konstanta dielektrik rendah (lebih kecil dari dua belas) banyak dipergunakan untuk isolator sedangkan keramik dengan konstanta dielektrik tinggi dipergunakan untuk kapasitor dan sensor/tranduser.

6) *Mika*

Istilah mika berasal dari bahasa latin Micare yang artinya bersinar. Mika ditemukan di india sejak tahun 2000 sebelum masehi. Mika digunakan sejak awal listrik diperkenalkan. Mika adalah senyawa kompleks silikat. Untuk keperluan sebagai isolasi memiliki dua jenis yaitu mika *moscovite* dan mika *philloghopite*. Secara umum sifat mika sebagai berikut.



Gambar 7. Isolator Batang Panjang



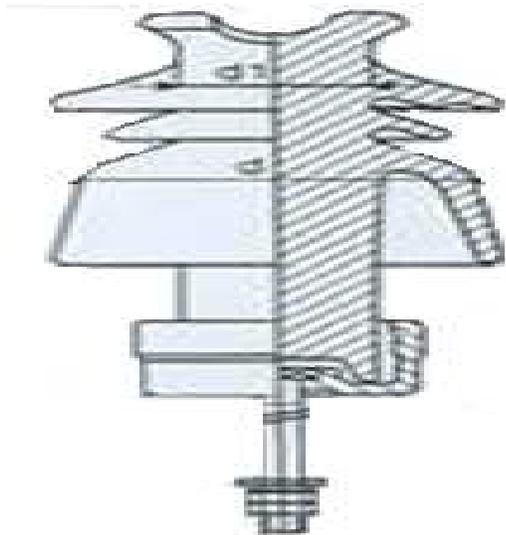
Gambar 8. *Multicone Insulator*

Isolasi mika digunakan dalam bentuk pelat atau papan yang bervariasi. Pengaplikasian untuk isolasi bayak ditemukan pada kapasitor, jendela *microwave spacer* pada tabung hampa, partisi pada kubikel dan sebagainya. Isolasi ini juga dibuat secara sintetik dengan sifat yang bahkan lebih baik. Temperatur operasinya bisa mencapai 900°C.

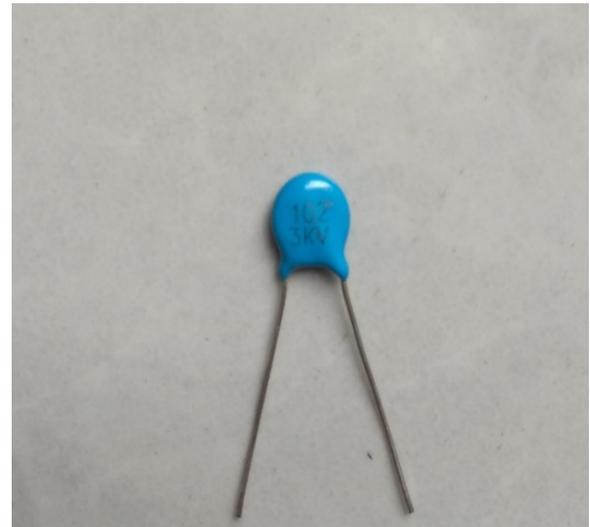
7) *Polimer*

Polimer merupakan zat yang terdiri dari rangkaian panjang molekul kecil (monomer) yang berantai yang membentuk molekul besar (makromolekul). Dalam kehidupan sehari-hari, polimer kita kenal sebagai plastik. Polimer mengandung makromolekul-makromolekul yang panjang dengan monomer-monomer yang berulang. Polimer biasanya dinamakan dengan menempatkan *pol-* di depan nama monomer yang diambil. Sebagai contoh, monomer etilen merupakan monomer yang berulang dalam politielen.

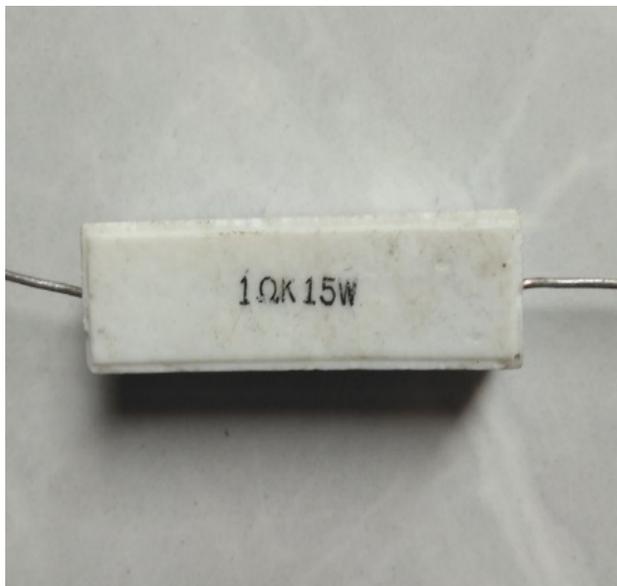
Unit molekul yang berbeda diambil diambil sampai ke ujung rantai (contohnya, CH_2 pada *polhyethylene*). Bagaimana karena n (tingkat polimerisasi) sangat besar dalam kasus ini (biasanya dalam interval $10^3 - 10^5$), akhir dari satu unit tidak berpengaruh pada karakteristik fisik polimer. Unit molekul yang berbeda diambil diambil sampai ke ujung rantai (contohnya, CH_2 pada *polhyethylene*). Bagaimana karena n (tingkat polimerisasi) sangat besar dalam kasus ini (biasanya dalam interval $10^3 - 10^5$), akhir dari satu unit tidak berpengaruh pada karakteristik fisik polimer.



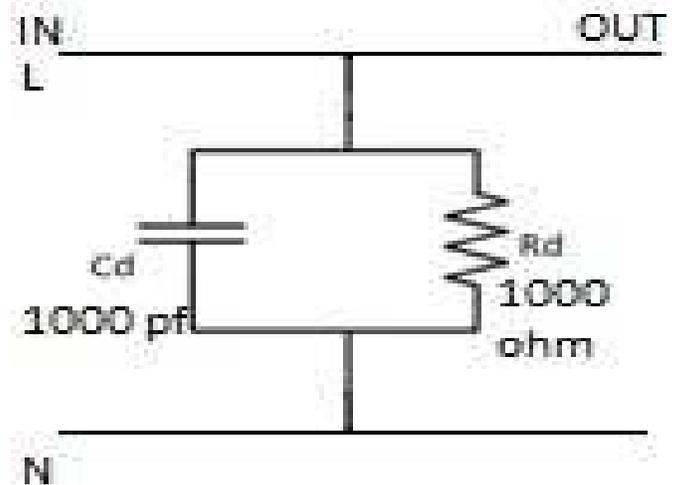
Gambar 9. Isolator Post Pin



Gambar 11. Kapasitor Keramik



Gambar 10. Resistor Keramik



Gambar 12. Rangkaian RC Detector

C. Jenis Isolasi Pada Jaringan (Isolator)

Untuk penggunaan isolator pada sistem distribusi maupun transmisi memiliki tipe dan sifat elektrik tergantung dari komposisi, ketebalan, kondisi permukaan dan temperatur. Adapun isolator yang digunakan terbagi atas beberapa jenis[6].

1) *Isolator Piring*

Isolator piring *cap-and-pin* telah diterapkan secara universal mendukung mekanik dan isolasi elektrik pada saluran udara. Pada saluran tegangan tinggi, jenis isolator ini banyak digunakan karena isolator ini dapat dihubungkan secara seri dengan menggukan sambungan logam, membentuk suatu rentangan dengan isolator bawah pemegang konduktor sebuah isolator piring bagian bawahnya berlekuk untuk memperbesar jarak rayap. Pada bagian atas disemenkan sebuah tutup (*cap*) yang terbuat dari besi dan digalvanisasi

serta bagian bawahnya disemenkan sebuah pasak yang digalvanisasi (*pin*).

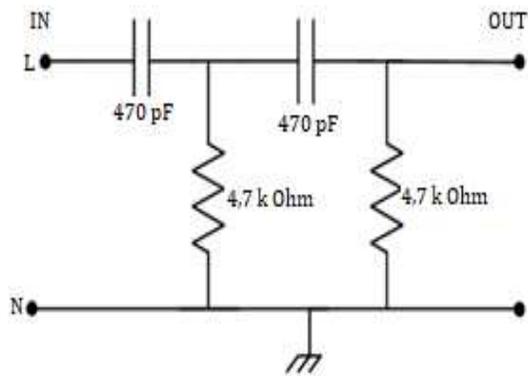
Keuntungannya adalah tiap isolator dirancang untuk tegangan yang tidak terlalu tinggi. Sehingga dengan menghubungkan seri isolator didapat kekuatan elektrik yang dibutuhkan atau paralel untuk kekuatan mekanis yang diinginkan. Rentanan bersifat lentur. Jika salah satu rusak maka proses penggantian mudah. Isolator jenis piring dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.

2) *Isolator pasak (Pin type Insulator)*

Untuk isolator yang lebih tinggi lapisan konduktif ditujukan oleh lapisan Q pada bagian puncak. Lapisan ini dibuat dengan menambah oksida besi pada campuran lapisan dan diaplikasikan pada konduktor. Isolator pasak dapat dilihat pada Gambar 6.

3) *Multicone insulator*

Isolator ini dibuat dengan maksud alternatif dari *cap-and-pin* isolator isolator piring) untuk aplikasi peralatan dan gardu. Desain laminasinya menyediakan penyangga yang tinggi, banyak pembatas dielektrik konsentrik sehingga



Gambar 12. Rangkaian High Pass Filter



Gambar 13. Pendeteksi Partial Discharge

isolator ini flashover sebelum *puncture*. Jenis isolator dapat dilihat pada Gambar 8.

4) *Isolator batang panjang (long rod insulator)*

Pemakaian isolator jenis ini menghemat penggunaan logam. Karena bentuknya yang sederhana pemeliharaan

mudah. Sayangnya kemungkinan kerusakan adalah akibat dari busur atau adanya pukulan mekanis. Isolator jenis ini dapat dilihat pada Gambar 7.

5) *Isolator pos pin (post pin insulator)*

Isolator pospin digunakan pada daerah yang membutuhkan kehandalan tinggi. Kelebihan isolator jenis ini adalah Bebas dari cacat, karena semen dan tangkai besi dipasang pada sisi luar porselin sehingga tidak menyebabkan pemuain, bebas dari kerusakan lewat denyar, kuat medan listrik pada isolator seragam, mempunyai sifat anti kontaminasi yang baik karena 50% jarak rayap terlindungi, bentuk propil yang baik karena mampu meneteskan kontaminan dari tubuhnya dan jarak celah udara antara bagian sirip permukaan isolator besar, tahan terhadap busur api. Isolator *post pin* dapat dilihat pada Gambar 9.

D. Mekanisme Kegagalan Isolasi Padat

Mekanisme kegagalan bahan isolasi padat terdiri dari beberapa jenis sesuai fungsi waktu penerapan tegangannya[7]. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 14. Transformator Tegangan Tinggi

PRIMARY CONNECT		SECONDARY	
V	TERMINAL	kV	TERMINAL
220	ua ub	100	U V
	va vb		
440	ub va		

Gambar 15. Spesifikasi Transformator

1) *Kegagalan Intrinsic*

Kegagalan *intrinsic* adalah kegagalan yang disebabkan oleh jenis dan suhu bahan dengan menghilangkan pengaruh luar seperti tekanan, bahan elektroda, ketidak murnian, kantong-kantong udara. Kegagalan ini terjadi jika tegangan yang dikenakan pada bahan dinaikkan sehingga tegangan listriknya mencapai nilai tertentu pada waktu 10^{-8} detik[8].

2) *Kegagalan Elektromekanik*

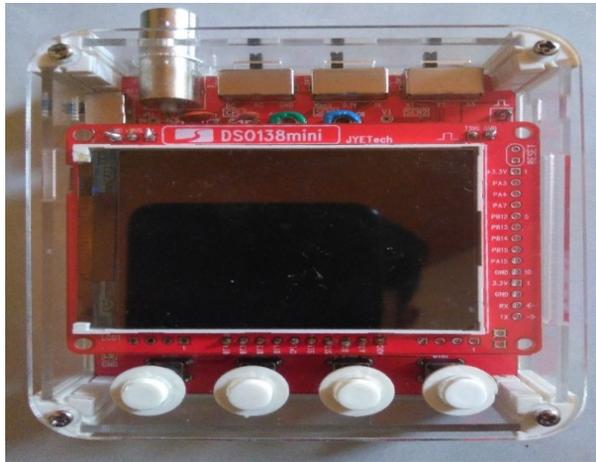
Kegagalan elektromekanik adalah kegagalan yang disebabkan oleh adanya perbedaan polaritas antara elektroda yang menjepit material isolasi padat sehingga timbul tekanan listrik pada bahan tersebut. Tekanan listrik yang terjadi menimbulkan tekanan mekanik yang menyebabkan tarik menarik antara kedua elektroda tersebut. Tekanan atau tarikan mekanis ini berupa gaya yang bekerja pada zat padat berhubungan dengan Modulus Young[9][6].

3) *Kegagalan Thermal*

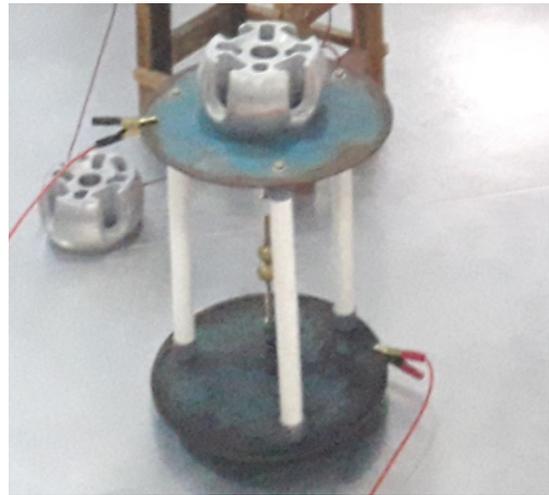
Kegagalan *thermal* adalah kegagalan yang terjadi jika kecepatan pembangkitan disuatu titik dalam bahan melebihi laju kecepatan pembuangan panas keluar. Akibatnya terjadi keadaan tidak stabil sehingga pada suatu saat bahan mengalami kegagalan[10]. Seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 16. Tegangan Sumber 1 kV



Gambar 17. Osiloskop Tipe DS0138 Mini JYETech



Gambar 18. Selah Bola



Gambar 19. Isolator Lama

1) Kegagalan Streamer

Kegagalan *streamer* adalah kegagalan yang terjadi sesudah suatu banjiran (*avalanche*). Sebuah elektron yang memasuki *band conduction* di katoda akan bergerak menuju anoda dibawah pengaruh medan memperoleh energi antara benturan dan kehilangan energi pada waktu membentur. Jika lintasan bebas cukup panjang maka tambahan energi yang diperoleh pengionisasi latis (*latice*). Akibatnya dihasilkan tambahan elektron pada saat benturan. Jika suatu tegangan V dikenakan terhadap elektroda bola, maka pada media yang berdekatan (gas/udara) timbul tegangan. Karena gas mempunyai permivitas lebih rendah dari zat padat sehingga

akan mengalami tekanan listrik yang besar. Akibatnya gas tersebut sudah mengalami kegagalan sementara zat padat belum mencapai kekuatan *intristic* nya. Karena kegagalan tersebut maka akan jatuh sebuah muatan pada permukaan zat padat sehingga medan yang tadinya seragam akan terganggu. Bentuk muatan pada ujung pelepasan ini dalam keadaan tertentu dapat menimbulkan medan lokal yang cukup tinggi sekitar 10 MV/cm. Karena medan ini melebihi kekuatan intrinsik maka akan terjadi kegagalan pada isolasi padat. Proses kegagalan terjadi sedikit demi sedikit yang dapat menyebabkan kegagalan total[11][12].

2) Kegagalan *Parrtial Discharge*

Kegagalan *partial discharge*/erosi adalah kegagalan yang disebabkan zat isolasi padat tidak sempurna, karena

adanya lubang atau rongga dalam bahan isolasi tersebut. Rongga (*void*) akan terisi oleh gas atau cairan yang kekuatan gagalnya lebih kecil dari kekuatan zat padat. Seperti yang terlihat pada Gambar 3[13].

II. METODE

A. Perancangan Pendeteksi *Partial Discharge*

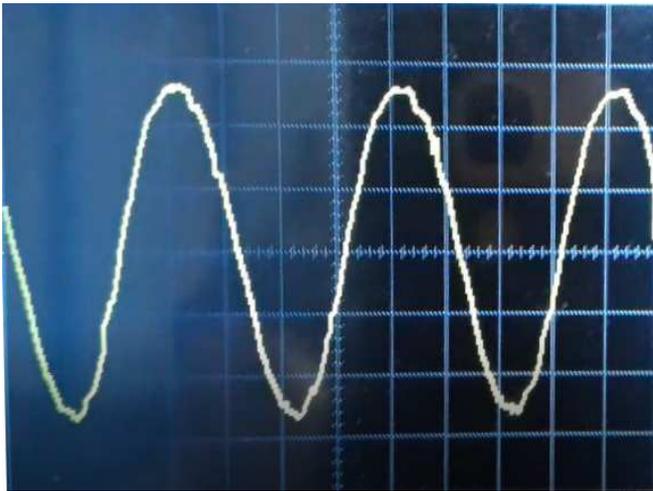
Perancangan pendeteksi *partial discharge* terbagi menjadi:

1) Perancangan *RC Detector*

RC Detector pada penelitian ini dirancang dengan konsep yang sudah melalui tahap simulasi dengan fungsi mendeteksi adanya *partial discharge* yang terjadi pada bahan isolator yang

diuji. Rangkaian *RC detector* dapat dilihat pada Gambar 12. Rangkaian *RC Detector* terdapat komponen utama seperti resistor keramik dengan nilai resistansi 1 k Ω 15 W dan kapasitor keramik dengan nilai kapasitansi 1 nF pada tegangan kerja 3 kV. Komponen tersebut dapat dilihat pada Gambar 10 dan 11.

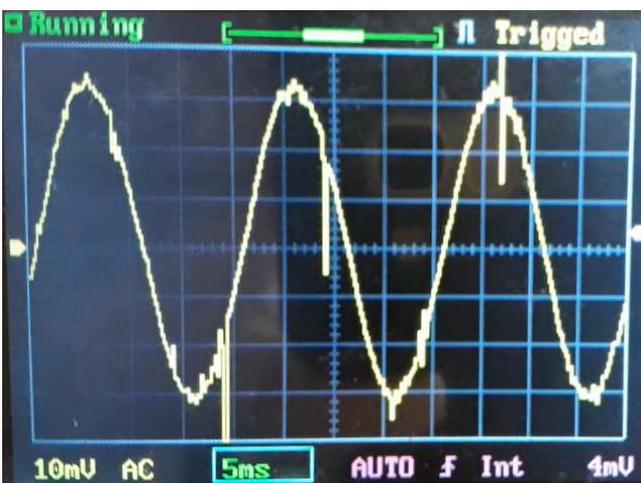
Rangkaian *rc detector* pada penelitian ini di rancang dengan tegangan kerja maximum sebesar 6 kV. Prinsip kerja rangkaian *RC Detector*, tegangan keluaran rangkaian sama



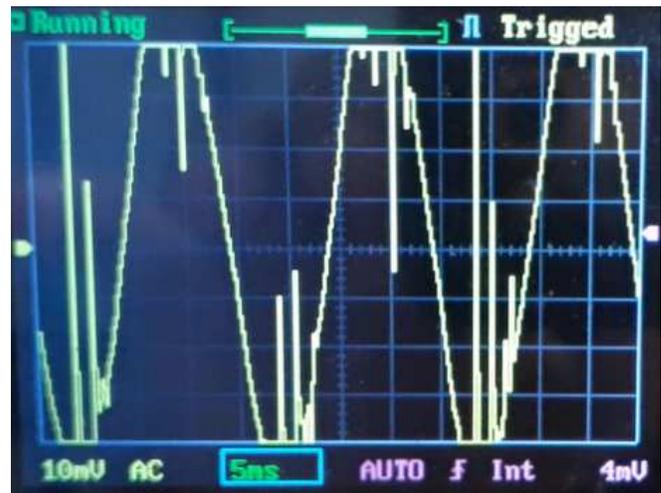
Gambar 20. Gelombang Murni



Gambar 22. Tampilan Gelombang Pada Tegangan 2 kV



Gambar 21. Tampilan Gelombang Pada Tegangan 1 kV



Gambar 23. Tampilan Gelombang Pada Tegangan 3 kV

dengan arus percik pada bahan isolasi. Dengan demikian rangkaian ini berfungsi sebagai sumber tegangan yang akan dideteksi dengan mengamati gelombang yang dihasilkan[2][14].

1) Perancangan High Pass Filter

High pass filter dirancang sebagai alat dengan fungsi meloloskan signal *partial discharge* pada frekuensi tinggi dan melemahkan signal *partial discharge* pada frekuensi rendah maka dari itu gelombang yang diamati pada osiloskop akan terlihat rusak pada frekuensi tinggi apabila terdapat void pada isolator yang di uji. Rangkaian *high pass filter* yang di rancang pada penelitian ini hanya bisa meloloskan signal *partial discharge* pada frekuensi 138 KHz. Rangkaian *high pass filter* dapat dilihat pada Gambar 7[2][14].

High pass filter memiliki komponen utama sama dengan komponen yang terpasang pada rangkaian *rc detector*. Perbedaan antara kedua rangkaian tersebut bisa dilihat pada hubungan komponen yang terpasang. Hasil perancangan alat pendeteksi *partial discharge* terdiri dari dua modul, yaitu modul *RC detector* dan *high pass filter*. Seperti yang terlihat pada Gambar 13.

2) Peralatan Pendukung Untuk Pengujian

Adapun peralatan pendukung yang digunakan diantaranya:

a. Transformator pembangkit tegangan tinggi (TERCO)

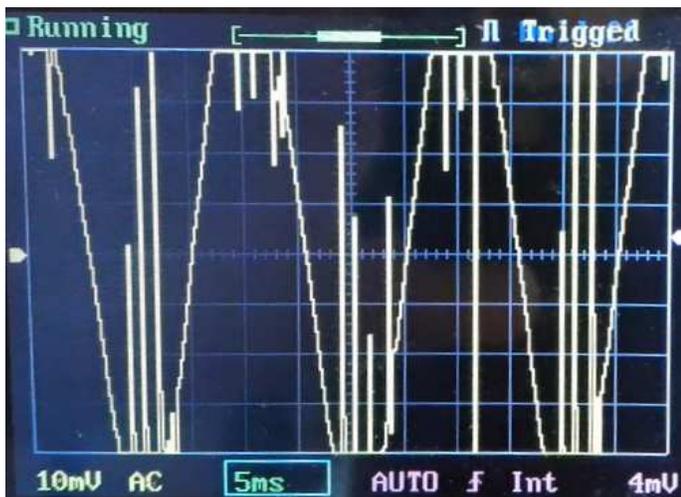
Berfungsi untuk memberih sumber pada isolator yang akan di uji. Transformator tegangan tinggi yang digunakan adalah trafo merek TERCO dengan tegangan keluaran 0 hingga 200 kV. Transformator tegangan dapat dilihat pada Gambar 14 dan 15.

b. Osiloskop

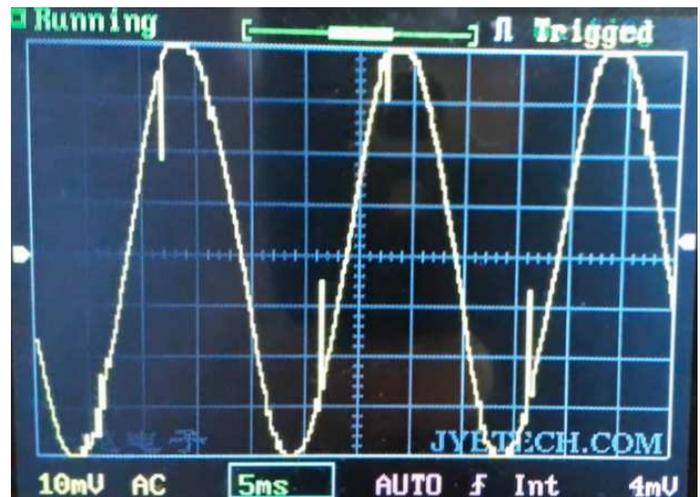
Osiloskop berfungsi pada penelitian ini menampilkan gelombang *partial discharge* yang telah dideteksi oleh *rc detector* dan di filter dengan *high pass filter*. Osiloskop dapat dilihat pada Gambar 17.

c. Selah Bola

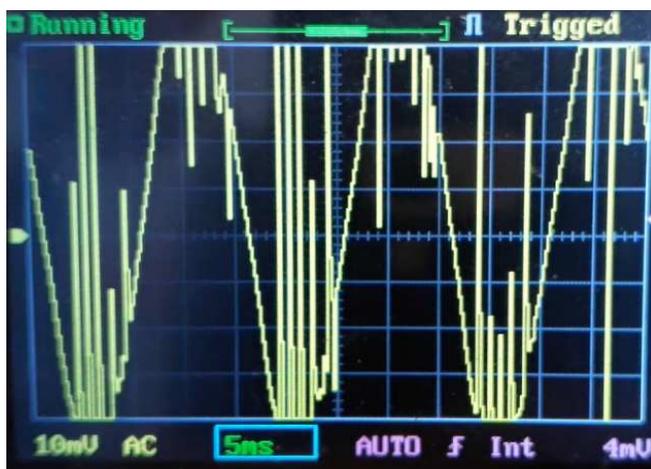
Selah bola (lihat Gambar 18) berfungsi sebagai proteksi osiloskop apabila arus berhasil melewati rangkaian HPF, maka selah bola akan langsung mengirim arus tersebut ke dalam tanah. Untuk menentukan batas besar arus untuk terjadi tembus, dalam mengamankan suatu peralatan, maka jarak pada selah bola dapat di atur sesuai yang di inginkan.



Gambar 24. Tampilan Gelombang Pada Tegangan 4kV



Gambar 26. Tampilan Gelombang Pada Tegangan 1 kV



Gambar 25. Tampilan Gelombang Pada Tegangan 5kV



Gambar 27. Isolator Baru

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penulisan penelitian ini, di uji dua sampel untuk dibandingkan dan dianalisa antara isolator keramik yang masih baru dengan isolator keramik yang lama untuk membuktikan apakah alat yang dirancang telah berhasil mendeteksi adanya *partial discharge* pada bahan/material isolasi padat. Dalam hal ini isolator keramik 11 kV Pengujian alat pendeteksi *partial discharge* dilakukan di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi, Universitas Negeri Gorontalo pada tanggal 8 hingga 10 juni 2019.

A. Pengujian Isolator Lama

Isolator lama telah digunakan selama 6 tahun, terpasang dari tahun 2012 sampai tahun 2017. Dimana pada *fider* pemasangan sampel lama tersebut sering terjadi gangguan penyebab pemadaman semua *fider*.

Isolator lama di uji dengan menerapkan tegangan sumber, dari 1 hingga 5 kV untuk melihat gelombang yang dihasilkan pada setiap pengujian *partial discharge* yang terjadi pada isolator lama di setiap tegangan yang berbeda.

Pada saat tegangan di atur pada 1 kV (lihat Gambar 13) dari keluaran transformator pembangkit tegangan tinggi sebagai sumber untuk pengujian isolator.

Hasil pengujian pendeteksi *partial discharge* akan ditampilkan dalam bentuk gelombang.

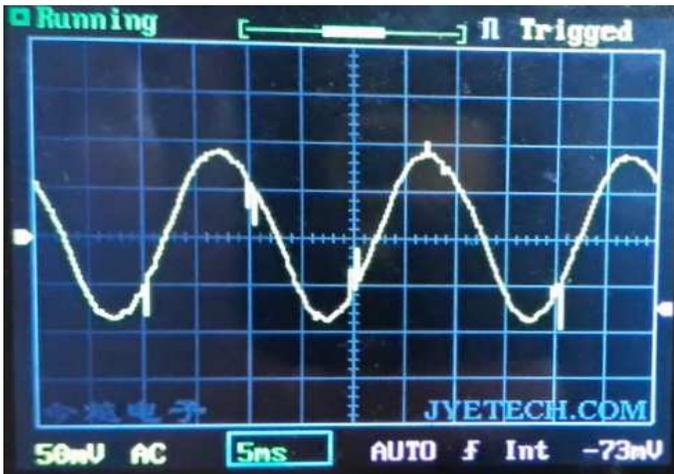
Gelombang akan terlihat murni apabila isolator yang di uji tidak terdapat rongga udara (*void*) yang berisi gas atau faktor lain yang menyebabkan terjadinya *partial discharge* pada isolator. Seperti yang terlihat pada Gambar 20.

Pengujian pertama, dengan menerapkan tegangan sumber 1 kV pada bahan isolator yang di uji, maka gelombang yang di peroleh, dapat dilihat pada Gambar 21.

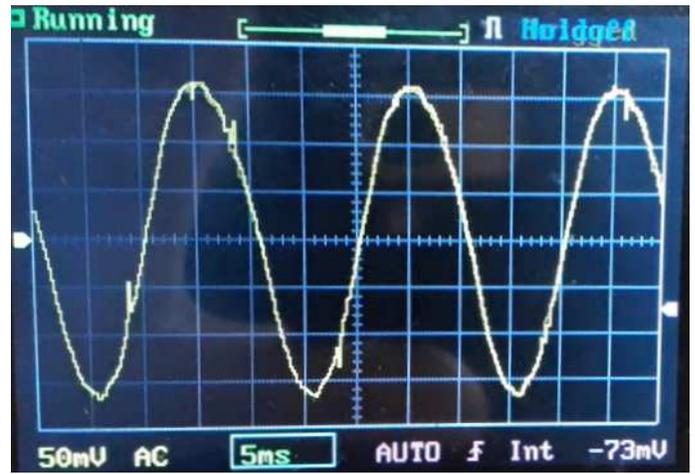
Pengujian kedua, tegangan sumber dinaikkan menjadi 2 kV, kerusakan pada gelombang yang diperoleh mulai terlihat mengalami peningkatan. Seperti yang terlihat pada Gambar 22.

Pengujian ketiga, dengan menaikkan tegangan sebesar 3 kV, maka gelombang rusak yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 23.

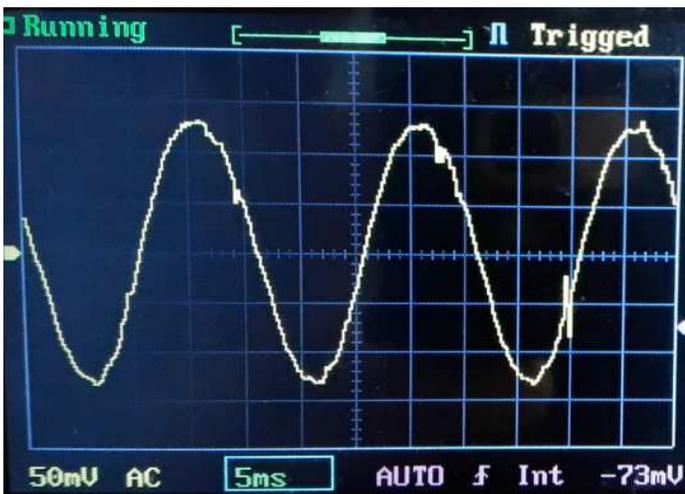
Pengujian keempat, pada saat tegangan sumber dinaikkan menjadi 4 kV, gelombang rusak yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 24.



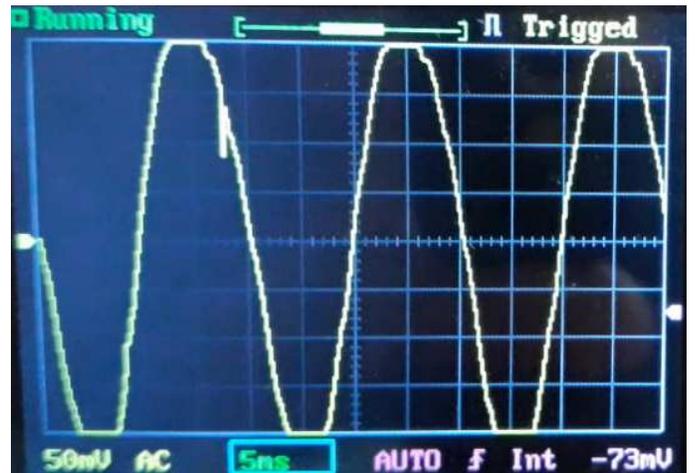
Gambar 28. Tampilan Gelombang Pada Tegangan 2 kV



Gambar 30. Tampilan Gelombang Pada Tegangan 4 kV



Gambar 28. Tampilan Gelombang Pada Tegangan 3 kV



Gambar 31. Tampilan Gelombang Pada Tegangan 5 kV

Pengujian kelima. pada saat tegangan sumber dinaikkan menjadi 5 kV, gelombang rusak yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 25.

B. Pengujian Isolator Baru

Seperti halnya pada pengujian isolator lama, kembali dilakukan pengujian pada isolator baru sebagai bahan pembandingan untuk mengetahui hasil gelombang *partial discharge* pada isolator.

Isolator baru (lihat Gambar 27) kembali di uji dengan mengatur tegangan yang akan di terapkan pada isolator yang di uji. Sebagai pembandingan dalam menguji alat pendeteksi yang telah dirancang dan dibuat.

Pengujian pertama, dengan menerapkan tegangan sumber 1 kV pada bahan isolator yang di uji, maka gelombang yang di peroleh, dapat dilihat pada Gambar 26.

Pengujian kedua, menerapkan tegangan sumber sebesar 2 kV, maka gelombang yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 28.

Pengujian ke empat, dengan menerapkan tegangan sumber 4 kV, maka hasil gelombang yang diperoleh, dapat dilihat pada Gambar 30.

Pengujian ke lima, dengan menerapkan tegangan sebesar 5 kV, maka gelombang yang di peroleh. dapat dilihat pada Gambar 31.

C. Analisa

Dari beberapa pengujian yang telah dilakukan, maka hasil yang diperoleh dapat dianalisa.

Untuk isolator lama diperoleh gelombang yang mengalami kerusakan meningkat pada saat tegangan sumbernya di naikkan. Hal ini disebabkan meningkatnya medan listrik pada *void* yang berisi gas. Gas yang berada dalam *void* akan membentuk polaritas katoda-anoda sehingga terjadi berturan *electron* pada anoda yang mengakibatkan terjadinya percikan dan terlepasnya ikatan kimiawi pada isolasi padat. Peristiwa inilah yang dinamakan *partial discharge*.

Untuk isolator baru menampilkan gelombang yang lebih halus, maka dapat di asumsikan bahwa pada isolator baru tidak terdapat *void* atau faktor lain yang akan mengakibatkan terjadinya *partial discharge*.

Kerusakan pada gelombang ditandai dengan garis-garis yang muncul sehingga gelombang terlihat tidak murni. Garis

akan bertambah mengikuti tegangan sumber yang diterapkan pada isolator.

Melalui pengujian kedua isolator yang telah diperoleh maka isolator keramik lama yang kemungkinan cepat gagal dari isolator baru dengan melihat hasil gelombang yang dihasilkan pada kedua isolator.

Gelombang yang telah diperoleh dalam pengujian, dapat dianalisa lebih lanjut dalam bentuk harmonisa untuk bisa lebih diyakini, sebagai kelanjutan studi.

IV. ESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Alat pendeteksi *partial discharge* yang telah dirancang berfungsi dengan baik untuk mendeteksi adanya *partial discharge* pada isolasi padat bahan keramik. *Partial Discharge* dapat dideteksi hanya dengan melihat gelombang yang dihasilkan isolator yang di uji (Isolator Keramik). Sebagai acuan untuk pengujian selanjutnya yang akan dilakukan secara bertahap. Semakin besar *partial discharge* yang terdeteksi pada bahan isolator, maka akan semakin cepat isolator tersebut mengalami kegagalan.

B. Saran

Pada penelitian ini membahas tentang perancangan pendeteksi *partial discharge* maka dari itu, hasil yang diperoleh hanya dalam bentuk tampilan gelombang. Penulis berharap bagi pembaca yang tertarik untuk membahas judul yang berkaitan dengan *partial discharge*, pembaca dapat mengembangkan penelitian ini dengan menganalisa lebih lanjut ke dalam bentuk harmonisa sebagai karia tulis.

V. KUTIPAN

- [1] P. . Nugroho, "Studi Pengukuran Peluahan Sebagian Pada Pemohonan Listrik dan Void Dalam LDPE," *Tek. elektro ITB*, 2000.
- [2] Swuarno, *Diktat Kuliah Teknik Isolasi*. Bandung: Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB, 2006.
- [3] MS. Naidu. V. Kamaraju, *High Voltage Engineering, Mc. Graw Hill, 3rded*. 2004.
- [4] M. I. Q. N.H.Malik, A.A.Ai-Arainy, *Electrical Insulation in Power System*. New York: Marcel Dekker, Inc, 1998.
- [5] S. Hazmi, A., "Pengukuran Partial Discharge Pada Pemohonan Listrik KoPolimer Ethylene Acrylic Acis (EAA)," *Tegangan Tinggi Indones.*, vol. 4 NO 2, 2002.
- [6] M. A. R. Al Saedi and M. M. Yaacob, "Partial discharge detection using acoustic and optical methods in high voltage power equipments: A review," *Adv. Mater. Res.*, vol. 845, no. 1, pp. 283–286, 2014.
- [7] Santoro, *Karakteristik Peluahan Sebagian Pada Model Void Berdasarkan Fungsi Waktu Dalam Polyvinyl Chloride (PVC) Menggunakan Elektroda Metode II CIGRE*. Semarang, 2007.
- [8] A. Bachtiar and Thomas, "Evaluasi Dan Analisa Partial Discharge Terhadap Isolator Pada Transformator-Aplikasi Pada PT . Indah Kiat Pulp And Paper Perawang," pp. 34–38, 2018.
- [9] T. J. Sitorus, Henry B. H., Diah Permata, "Analisis Peluahan Sebagian (Partial Discharge) Pada Transformator Step-Up Tegangan Rendah Dengan Proses Pengisolasian Yang Bervariasi," *Electrician*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2008.

- [10] D. Martoni, "SISTEM PENGUKURAN PARTIAL DISCHARGE PADA MODEL VOID DALAM PVC (POLYVINYL CHLORIDE)," *J. Tek. Elektro Univ. Diponegoro*, vol. 7 NO 1, 2008.
- [11] Y. P. Winarko Ari, Abdul Syakur, "Analisis Partial Discharge Pada Material Polimer Resin Epoksi Dengan Menggunakan Elektroda Jarum Bidang," *Jur. Tek. Elektro Fak. Tek. Univ. Diponegoro*, pp. 1–8, 2009.
- [12] F. Jurjani, "Analisis Dan Resiko Partial Discharge Pada Kabel Tegangan Menengah," pp. 16–28, 2015.
- [13] "THE STUDY OF PARTIAL DISCHARGE ON XLPE CABLES Muh . Yusuf Yunus," vol. 169, no. 1, p. 169.
- [14] S. - and R. P. Hutahaean, "Simulasi Pemohonan Listrik (Electrical Treeing) pada Isolasi Polimer dengan Menggunakan Metode Cellular Automata," *ITB J. Sci.*, vol. 37, no. 2, pp. 115–129, 2005.

Tentang Penulis



Mika lahir di Lebani pada tanggal 20 Mei 1996. Anak kelima dari pasangan Darius L dan Naomi.

Sebelum menempuh jenjang pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi, penulis menempuh pendidikan di Sekolah Dasar Negeri Lebani (2002 - 2008). Kemudian melanjutkan studi ke Sekolah Menengah Pertama Negeri Kalumpang (2008 - 2011) dan selanjutnya saya menempuh studi ke Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 1 Rangas Mamuju (2011 - 2014).

Pada tahun 2014 saya melanjutkan pendidikan ke salah satu perguruan tinggi yang berada di Manado yaitu Universitas Sam Ratulangi Manado dengan mengambil Program Studi S-1 Teknik Elektro di Jurusan Elektro Fakultas Teknik.

Pada Tahun 2019 bulan Maret, penulis membuat penelitian demi memenuhi syarat Sarjana (S1) dengan penelitian berjudul Perancangan Pendeteksi *Partial Discharge* Pada Isolasi Padat, yang dibimbing oleh dua dosen pembimbing yaitu Ir. Lily S. Patras, ST., MT dan Ir. Fielman Lisi, MT sehingga pada tanggal 2 Oktober 2019 penulis resmi lulus di Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado menyandang gelar sarjana Teknik dengan predikat memuaskan.