

# Karakteristik Tegangan Tembus AC pada Material Isolasi Padat Campuran Epoxy Resin dengan Cangkang Kelapa Sawit

Yan Habibillah Pesa\*, Fri Murdiya\*\*

\*Teknik Elektro Universitas Riau \*\*Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Email: [yan.pesa@yahoo.com](mailto:yan.pesa@yahoo.com)

## ABSTRACT

*Abstract—Epoxy resins are the solid insulation that are widely used to increase the high voltage insulators. In order to increase the dielectric and mechanical strength of epoxy resins can be mixed by using materials such as alumina, palm kernel shells and cnt (carbon nano tubes). From this research of epoxy resin mixed with palm kernel shells with a diameter of 1 mm looks the electrical breakdown characteristics uniquely. With the addition of palm kernel shells can raise breakdown voltage of epoxy resin, compared to pure epoxy resin. The increasing of breakdown voltage is affected by the dielectric strength of palm kernel shells were higher rather than epoxy resin. Discharge currents were recorded from the measurements at laboratory on samples showed different results. At the time of the solid insulator is approached the electrical breakdown, discharge currents can have a lot of pulses. From these results, a mixture of epoxy resin and palm kernel shells can be used as a new insulator. The properties of dielectric strength and discharge currents that occur at the time of measurement in the lab shows the different and unique.*

**Keywords ; epoxy resin, palm kernel shell, breakdown voltage, discharge current**

## 1. PENDAHULUAN

Isolasi adalah salah satu alat penting dalam sistem tenaga listrik, yang digunakan untuk memisahkan dua atau lebih kawat/penghantar listrik yang bertegangan sehingga antara penghantar-penghantar tersebut tidak terjadi lompatan listrik. Semakin berkembangnya penggunaan isolator dalam sistem tenaga listrik guna mendapatkan sistem dengan tingkat keandalan optimal serta biaya yang efisien menjadi tantangan dalam menemukan material baru sebagai isolator. Selama ini bahan pembuat isolator yang dikenal adalah bahan dari porselin/keramik dan kaca/gelas, tetapi sekarang mulai dikembangkan penggunaan bahan polimer seperti epoxy resin.

Isolator polimer epoxy resin memiliki kelebihan diantaranya memiliki beban ringan, sifat dielektrik yang lebih kecil, serta resistivitas volume yang lebih tinggi. Kelebihan lain adalah proses produksi yang lebih cepat dan biaya produksi yang lebih murah. Meskipun demikian material polimer epoxy resin umumnya rentan

terhadap pengaruh lingkungan (intensitas radiasi ultra violet, temperatur, kelembaban, atau hujan) dan polusi tinggi dan terpaan medan listrik yang dapat menyebabkan degradasi dan selanjutnya mengakibatkan penuaan (*aging*).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Isolator

Isolator merupakan salah satu bahan dielektrik yang digunakan untuk memisahkan konduktor bertegangan dengan kerangka penyangga yang dibumikan. Isolator berfungsi secara mekanik untuk menahan beban kawat saluran udara, secara elektrik mengisolasi saluran yang bertegangan dengan menara atau saluran dengan saluran sehingga tidak terjadi kebocoran arus dan dalam gradien medan tinggi terjadi korona dan lompatan listrik baik lewat denyar (*flashover*) atau percikan (*sparkover*). (Tedy Juliandhy, 2014)

Dalam teknik tegangan tinggi, fungsi yang paling utama dari suatu bahan isolasi adalah untuk mengisolasi konduktor yang

membawa tegangan terhadap yang lainnya sama baiknya terhadap tanah. Dan sebagai tambahannya, harus sering melakukan fungsi mekanis dan harus mampu menahan penekanan termal dan kimia. Serta juga memiliki daya tahan yang lama atau usia daya tahannya di bawah jenis-jenis penekanan yang bervariasi yang dihadapi dalam praktek sebagai pertimbangan penentuan aplikasi ekonomis. (Sepannur Bandri, 2014)

## 2.2 Dielektrik

Bahan dielektrik padat digunakan pada hampir seluruh rangkaian listrik dan peralatan listrik untuk mengisolir bagian-bagian pembawa arus dari bagian lainnya. Bahan dielektrik padat yang baik harus mempunyai rugi-rugi dielektrikum yang rendah, kekuatan mekanis yang tinggi, bebas dari kemungkinan pembentukan gas dan debu, dan tahan terhadap perubahan temperatur dan pengaruh kimia.

Isolasi padat mempunyai kekuatan tegangan tembus yang tinggi dibandingkan dengan isolasi cair dan gas. Studi yang paling penting dalam teknik isolasi adalah studi tegangan tembus dari dielektrikum padat. Jika terjadi tembus, maka isolasi padat akan rusak secara permanen sedangkan pada isolasi gas akan kembali ke sifatnya semula dan pada isolasi cair sebagian akan kembali ke sifatnya semula dan sebagian lainnya tidak. (Lince Markis, 2012)

## 2.3 Dielektrik Padat Dan Proses Kegagalannya

Atom-atom yang menyusun zat padat terikat kuat satu sama lain. Keistimewaan yang paling menyolok dari kebanyakan zat padat adalah atom-atomnya (atau grup-grup atom) yang tersusun oleh sebuah derajat tinggi dari urutan pola yang berulang-ulang yang teratur dalam tiga dimensi yang disebut kristalin. Zat padat yang atom-atomnya disusun dalam sebuah model yang tidak beraturan disebut non-kristalin atau tak berbentuk. Oleh karena sebagian besar dari sistem pengisolasian komersial adalah zat padat, studi kegagalan dielektrik padat menjadi sangat penting pada studi isolasi. (Rudi simon steven, 2008)

Penerapan medan elektrik yang tinggi pada material dielektrik padat dapat menyebabkan gerakan pembawa muatan bebas,

injeksi muatan dari elektroda-elektroda, penggandaan muatan, formasi ruang muatan dan disipasi energi dalam material. Oleh karena kondisi-kondisi tersebut, yang dapat terjadi secara tunggal atau kombinasi, maka akhirnya mengacu pada material mengalami kegagalan elektrik yang disebut juga *Breakdown*.

Pada prinsipnya dan dalam kondisi percobaan tertentu, mekanisme kegagalan dalam zat padat sama dengan proses yang terjadi pada gas dan udara. Perbedaannya, kegagalan dalam zat padat sedikit lebih rumit, karena ada mekanisme kegagalan yang tidak dijumpai pada kegagalan gas. Nilai suatu zat padat tergantung dari cara dan kondisi pengukuran. Mekanisme kegagalan pada zat padat merupakan mekanisme yang rumit dan tergantung pada lama diterapkannya tegangan pada material dielektrik tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 2.7 Mekanisme tersebut adalah sebagai berikut :

## 2.4 Isolator Polimer

Isolasi polimer mempunyai struktur kimia terdiri atas molekul makro rantai panjang dengan ulangan unit monomer atau mer yang biasanya diberi nama awalan *poly* pada muka *monomer*, contoh *monomer ethylene* adalah *monomer* ulangan pada *polyethylene*.

Isolasi polimer secara umum dapat dibagi kedalam dua kelompok :

1. Termoplastik (*Termoplastic Polymer*), terdiri dari ikatan fisika yang linier atau cabang molekul besar yang padatempertur ruang atau sekeliling berbentuk padat dan akan berubah bentuknya pada temperatur lebih tinggi.

2. Termoset, pada temperatur ruang atau sekeliling berbentuk cair, dapat berbentuk padat melalui pengerasan dengan reaksi kimia antara komponen yang berbeda pada temperatur ruang. Setelah padat tidak dapat kembali cair (*irreversible*).

## 2.5 Cangkang Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas andalan Indonesia yang perkembangannya sangat pesat. Dalam industri pengolahan minyak sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO) akan diperoleh limbah industri. Limbah ini digolongkan menjadi limbah padat, cair, dan

gas. Salah satu jenis limbah padatnya yaitu cangkang kelapa sawit. Cangkang kelapa sawit merupakan salah satu limbah yang jumlahnya mencapai 60% dari produksi minyak inti. Limbah cangkang kelapa sawit berwarna hitam keabuan, bentuk tidak beraturan, dan memiliki kekerasan cukup tinggi. Cangkang sawit mengandung selulosa sebesar 45% dan hemiselulosa sebesar 26% (Rasmawan, 2009).

Tabel 2.1 Karakteristik Cangkang Kelapa Sawit

No	parameter	hasil (%)
1	kadar air	7,8
2	kadar abu	2,2
3	kadar yang menguap	69,5
4	karbon aktif murni	20,5

(Sumber: silvizah sinta 2014)

## 2.6 Tegangan Tembus

Tegangan tembus/*break down voltage*, Jika terpaan elektrik yang dipikulnya melebihi batas tersebut dan terpaan berlangsung cukup lama, maka dielektrik akan menghantar arus atau gagal melaksanakan fungsinya sebagai isolator. Dalam hal ini dielektrik disebut tembus listrik atau "*breakdown*". Jika suatu dielektrik mempunyai kekuatan dielektrik, maka terpaan elektrik yang dapat dipikulnya adalah  $E_k \leq E_k$ .

## 2.7 Mekanisme Terjadinya Tegangan Tembus

Medan listrik merupakan suatu beban yang menekan dielektrik agar berubah sifat dari isolator menjadi konduktor. Setiap dielektrik mempunyai batas kekuatan untuk memikul terpaan medan listrik. Jika terpaan elektrik yang dipikul dielektrik melebihi, maka di dalam dielektrik akan terjadi proses ionisasi berantai yang akhirnya dapat membuat dielektrik mengalami tembus listrik. Waktu yang dibutuhkan sejak mulai terjadi ionisasi sampai terjadi tembus listrik disebut waktu tunda tembus (*time lag*). Jadi tidak selamanya terpaan elektrik dapat menimbulkan tembus listrik, tetapi ada dua syarat yang harus dipenuhi, yaitu:

1. Terpaan elektrik yang dipikul dielektrik harus lebih besar atau sama dengan  $E_k$  yaitu kekuatan dielektriknya dan

2. Lama terpaan elektrik berlangsung lebih besar atau sama dengan waktu tunda tembus. Maka tegangan tembus berhubungan dengan medan listrik, semakin besar medan listrik diberikan maka semakin cepat bahan akan tembus listrik.

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilalui untuk mendapatkan data yang diperlukan adalah :

1. Membuat sampel percobaan di laboratorium tegangan tinggi jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau.
2. Melakukan eksperimen.

### 3.2 Objek Kajian

Objek dalam penelitian ini adalah isolator epoxy resin murni dan epoxy resin campuran serbuk cangkang kelapa sawit dengan takaran 0,5gr, 0,6gr, 0,7gr, 0,8gr, 0,9gr, 1,0gr, 1,1gr, 1,3gr, 1,4gr berbentuk kubus dengan ukuran 2cmx2cm dengan elektroda jarum-plat.

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini digunakan metode eksperimen yang mana data-data tersebut didapat dari hasil pengukuran sesuai dengan parameter-parameter yang telah ditetapkan dalam penelitian ini. Langkah-langkah yang dilakukan dalam eksperimen tersebut terutama adalah :

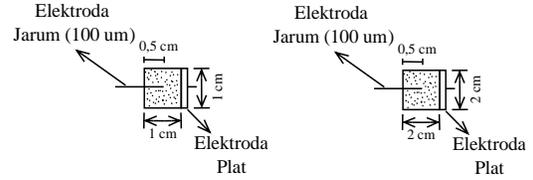
1. Pembuatan sampel pengujian isolator epoxy resin
2. Pengukuran tingkat tembus listrik pada isolator
3. Pengukuran arus peluahan saat tembus listrik
4. Menentukan komposisi isolator yang mempunyai tembus listrik terbaik
5. Peralatan ukur

#### 3.3.1 Pembuatan Sampel Pengujian Isolator Epoxy Resin

Eksperimen dimulai dengan membuat isolator uji sesuai dengan yang telah ditetapkan. Langkah-langkah pembuatan isolator epoxy resin adalah :

1. Siapkan epoxy resin dengan katalis sebanyak 1 liter.

2. Campurkan bubuk cangkang kelapa sawit dengan epoxy resin sesuai dengan takaran yang telah di tetapkan yaitu epoxy resin murni dan campuran cangkang kelapa sawit 0,5gr, 0,6gr, 0,7gr, 0,8gr, 0,9gr, 1,0gr, 1,1gr, 1,3gr, 1,4gr.
3. Aduk sampai serbuk dan cangkang kelapa sawit tercampur sempurna.
4. Masukkan elektroda jarum dan elektroda plat di ujung cetakan pada titik nol dinding cetakan dan saling berhadapan dengan jarak antara elektroda 0,5cm.
5. Masukkan epoxy resin yang telah dicampurkan katalis sebagai pengeras kedalam cetakan yang telah di tentukan yaitu 2cmx2cm dan biarkan sampai hasil benar benar mengeras dan sempurna.

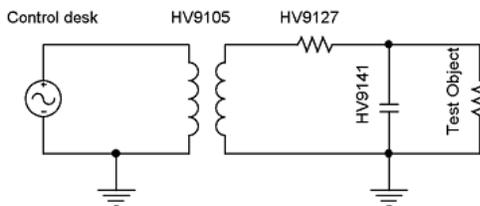


Gambar 3.3 Sampel resin dan pengisi (*filler*)

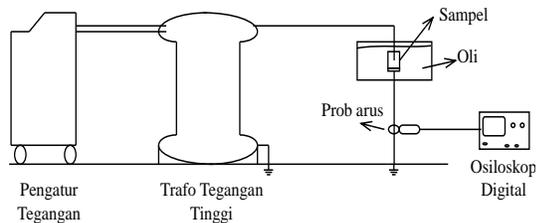
### 3.3.2 Pengukuran Tingkat Tembus Listrik Pada Isolator

Langkah-langkah pengolahan data untuk mengukur tembus listrik pada isolator adalah :

1. Melakukan Eksperimen sesuai parameter yang telah di tetapkan.
  - a. Rangkaian pengujian tegangan tembus AC

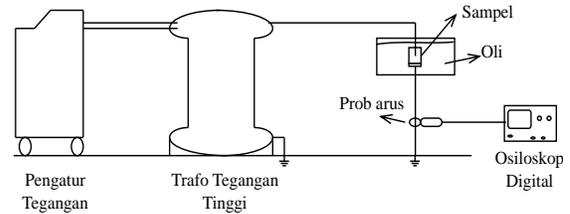


Gambar 3.1 Rangkaian pengujian tegangan tembus pada tegangan ac (Sumber : Terco Manuals book, 2011)



Gambar 3.2 Diagram rangkaian pengujian tegangan tembus pada tegangan ac

### 3.3.3 Pengukuran Arus Peluahan Saat Tembus Listrik



Gambar 3.4 Rangkaian pengukuran arus peluahan sampel

Gambar 3.4 menunjukkan skema rangkaian pengukuran arus peluahan sampel isolator epoxy resin. Dalam pengukuran arus peluahan ini menggunakan probe arus hantek CC 650 dengan 400Hz bandwidth, 1mV/10mA, 650 A. Probe arus dihubungkan dengan osiloskop digital hantek dso5202bmv, 200 MHz. Dalam percobaan ini dilakukan perekaman arus peluahan pada kondisi mula (2 menit) dan kondisi akhir tembus listrik dengan tegangan yang konstan (tegangan prediksi saat akan terjadinya tembus listrik) dari sampel uji. Arus peluahan didapatkan karakteristik arus mulai dari awal sampai tembus listrik.

### 3.3.4 Menentukan kualitas dan komposisi isolator epoxy resin yang mempunyai tembus listrik baik

Dalam penentuan ini digunakan 2 macam metode yaitu:

1. Melihat secara kasat mata pada saat pengujian dan setelah selesai pengujian tembus listrik pada sampel manakah yang memiliki kontruksi yang berubah pada bentuk awal (pecah/tidak)
2. Melihat tingkat tembus listrik pada sampel manakah yang memiliki tembus listrik yang baik, maka dari situlah penguji bisa menentukan sampel mana isolator epoxy resin

campur cangkang kelapa sawit yang memiliki kualitas dan komposisi yang terbaik.

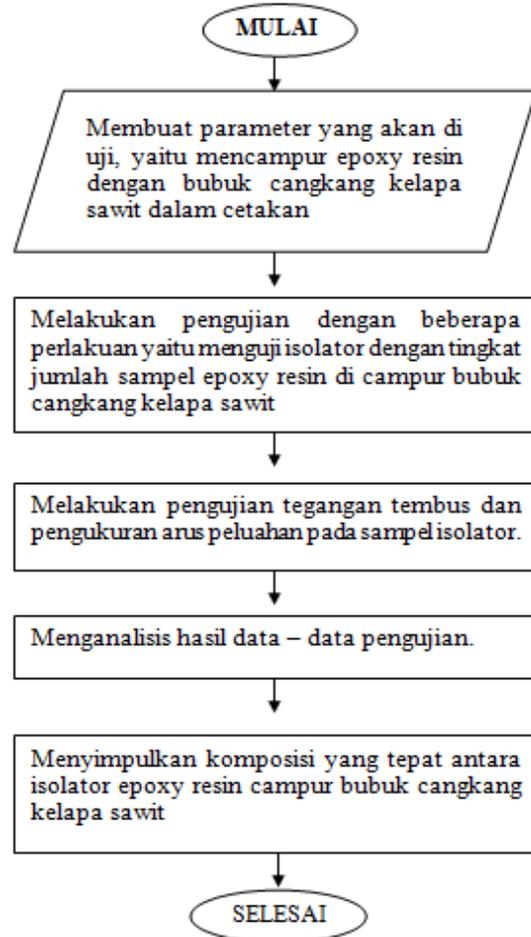
### 3.4 Teknik Analisis

Teknik analisis data menggunakan cara analisis data *kualitatif interpretative* dan analisis statistik secara elementer. Analisis data *kualitatif interpretative* adalah memilih objek, sampel, mengklasifikasikan simbol hingga kesimpulan akhir penelitian dimana analisis ini telah digunakan saat awal penelitian ini.. Langkah-langkah penelitian adalah :

1. Mengambil data pengukuran tembus listrik sesuai subbab 3.2.
2. Mengambil data arus peluahan sesuai dengan subbab 3.4.
3. Kemudian masukkan data-data ke dalam *microsoft excel* dan munculkan dalam bentuk grafik.
4. Analisis bentuk grafik yang muncul. Tentukan karakteristik dan amati perubahan tegangan tembus listrik dari berbagai macam tingkat campuran bubuk cangkang kelapa sawit pada isolator.
5. Menyimpulkan karakteristik tembus listrik yang terbaik dari berbagai macam sampel pada pengujian.

### 3.5 Skema Penelitian

Gambar 3.5 adalah gambaran skema penelitian yang akan dilakukan untuk mengkaji tegangan tembus pada isolator campuran epoxy resin dang cangkang kelapa sawit.



Gambar 3.5 Skema diagram alir penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Umum

Bab ini akan menjelaskan tentang karakteristik perbandingan isolasi padat campur epoxy resin untuk menentukan tingkat tembus listrik tertinggi, pengolahan data hasil pengukuran tegangan tembus AC dan pengukuran arus peluahan pada isolator padat resin murni serta isolator gabungan resin dengan cangkang kelapa sawit.

### 4.2 Data Hasil Pengujian Tegangan Tembus AC

Tabel 4.1 dan 4.2 merupakan data hasil pengujian tegangan tembus AC pada isolator padat campuran resin dan cangkang kelapa sawit. Data yang tercatat pada alat ukur pada panel regulator adalah tegangan regulator, arus regulator dan temperatur. Untuk mendapatkan tegangan keluaran pada sisi tegangan tinggi

menggunakan perbandingan belitan transformator tegangan tinggi 450 : 1 sesuai

dengan data pada buku panduan modul TERCO HV 9000.

Tabel 4.1 Data ke 1 pengujian tegangan tembus AC pada isolator padat campuran resin dan cangkang kelapa sawit

No.	Komposisi Resin dan Serbuk Cangkang	Tegangan Regulator (V)	Tegangan Keluaran (kV)	Arus Regulator (A)	Temperatur <sup>0</sup> C
1	Resin Murni	80	36	0,9	22,5
2	Resin + 0,5 gr serbuk	85	38.25	1,5	29,3
3	Resin + 0,6 gr serbuk	128	57.6	10,0	29,2
4	Resin + 0,7 gr serbuk	156	70.2	12,0	29,0
5	Resin + 0,8 gr serbuk	170	76.5	13,7	28,8
6	Resin + 0,9 gr serbuk	146	65.7	11,9	28,5
7	Resin + 1,0 gr serbuk	166	74.7	11,8	28,3
8	Resin + 1,1 gr serbuk	163	73.35	11,5	28,3
9	Resin + 1,2 gr serbuk	150	67.5	10,9	28,4
10	Resin + 1,3 gr serbuk	148	66.6	11,9	28,3
11	Resin + 1,4 gr serbuk	153	68.85	11,8	28,2

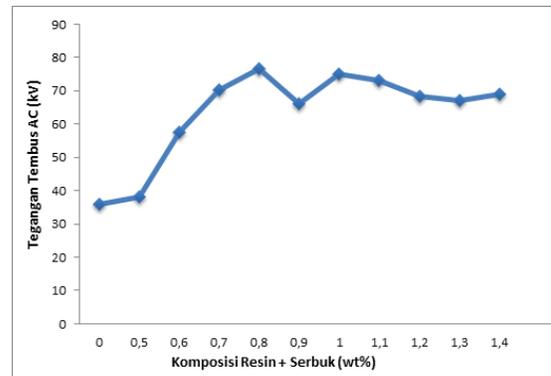
Tabel 4.2 Data ke 2 pengujian tegangan tembus AC pada isolator padat campuran resin dan cangkang kelapa sawit

No.	Komposisi Resin dan Serbuk Cangkang	Tegangan Regulator (V)	Tegangan Keluaran (kV)	Arus Regulator (A)	Temperatur <sup>0</sup> C
1	Resin Murni	80	36	0,9	29,5
2	Resin + 0,5 gr serbuk	85	38.25	1,5	29,3
3	Resin + 0,6 gr serbuk	127	57.15	10,1	29,2
4	Resin + 0,7 gr serbuk	156	70.2	12,0	29,0
5	Resin + 0,8 gr serbuk	171	76.95	13,8	28,8
6	Resin + 0,9 gr serbuk	148	66.6	11,8	28,5

7	Resin + 1,0 gr serbuk	168	75.6	11,8	28,3
8	Resin + 1,1 gr serbuk	162	72.9	11,5	28,3
9	Resin + 1,2 gr serbuk	153	68.85	11,0	28,4
10	Resin + 1,3 gr serbuk	150	67.5	11,8	28,3
11	Resin + 1,4 gr serbuk	153	68.85	11,8	28,2

Data tegangan keluaran merupakan hasil perkalian perbandingan belitan dengan tegangan regulator.

Tabel 4.1 menunjukkan kurva tegangan tembus AC versus komposisi campuran resin dengan serbuk cangkang kelapa sawit dalam persentase massa/berat. Persentase massa/berat dihitung berdasarkan perbandingan massa/berat resin dengan volume 2 cm x 2 cm x 2 cm dengan massa/berat serbuk cangkang yang disebarkan ke dalam resin. Data-data pada kurva di atas merupakan nilai rata-rata dari dua kali pengujian. Dari Gambar 4.1 terlihat nilai tegangan tembus untuk resin murni ( 0 pada sumbu x ) menunjukkan nilai tegangan tembus terendah. Pada komposisi resin + serbuk dari 0,5gr sampai 0,8gr terlihat kenaikan tegangan tembus sangat tajam. Pada komposisi dari 0,9gr sampai 1,4gr sampai terlihat nilai tegangan tembus turun sedikit tetapi relatif stabil. Nilai tegangan tembus maksimum didapatkan pada komposisi resin + serbuk 0,8gr. Dari Gambar 4.1 diatas dapat dirangkum bahwa dengan penambahan serbuk cangkang sawit dapat menaikkan nilai tegangan tembus pada isolator padat komposit sampai komposisi serbuk cangkang kelapa sawit 1,4gr. Kenaikan tegangan tembus ini bisa disebabkan oleh kenaikan tahanan isolasi setelah penambahan serbuk kelapa sawit yang disebarkan di sekitar dua elektroda antara elektroda jarum dan elektroda pelat (paku payung).



Gambar 4.1 Kurva tegangan tembus AC versus komposisi campuran resin dengan serbuk cangkang kelapa sawit.

Setiap sampel isolator murni dan isolator campuran cangkang kelapa sawit mempunyai karakteristik tembus yang berbeda, hal ini dapat dilihat dari data dan grafik hasil pengujian. Pada resin murni mempunyai kekuatan tembus listrik yang lebih rendah dan pada isolator campuran cangkang kelapa sawit mempunyai kekuatan tembus listrik yang lebih tinggi. Diantara sampel epoxy resin yang dicampur cangkang kelapa sawit dengan berat 0,5gr, 0,6gr, 0,7gr, 0,8gr, 0,9gr, 1,0gr, 1,1gr, 1,2gr, 1,3gr, dan 1,4gr kekuatan tembus listrik ditunjukkan pada pengujian ini adalah isolator epoxy resin campuran cangkang kelapa sawit dengan berat 0,8gr.

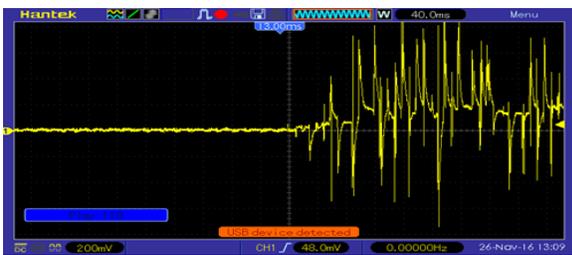
#### 4.1.2 Data Hasil Pengukuran Arus Peluahan



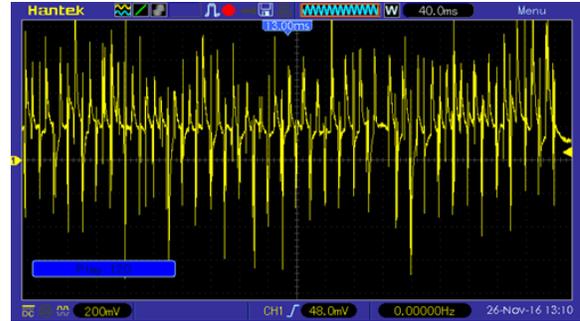
4.2 Gambar tembus listrik pada pengujian resin murni dan isolator epoxy campur bubuk cangkang kelapa sawit 0.5gr.

Pada isolasi listrik ada 2 medan yaitu pada ujung jarum dan elektroda plat, terjadinya tembus listrik karena medan listrik di dalamnya lebih tinggi dari permukaan isolasi. Proses ini terjadi karena pada awal pengujian medan listrik pada permukaan belum terbentuk, setelah tembus listrik di dalam isolasi yang membentuk medan listrik maka akan terjadi proses relaksasi pada medan tersebut. Setelah itu akan membentuk medan listrik pada permukaan isolasi. tembus listrik terjadi karena ada akumulasi dari muatan.

Sampel isolator lainnya tertutup oleh campuran bubuk cangkang kelapa sawit, sehingga menentukan tembus listrik pada isolator pada saat pengujian dilakukan akan terjadi bercak hitam di antara jarak kedua elektroda pada pengujian saat malam hari ( meminimalisir cahaya yang masuk di ruangan pengujian) sampel pengujian dan voltage pada saat pengujian akan turun secara sendirinya di karnakan telah tembusnya listrik antara dua elektroda, pada saat pengujian dapat di lihat arus peluahan dengan menggunakan osiloskop seperti berikut:

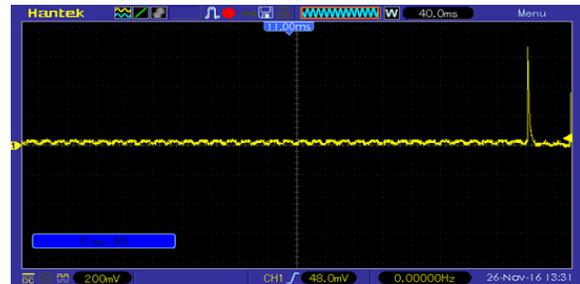


(a)

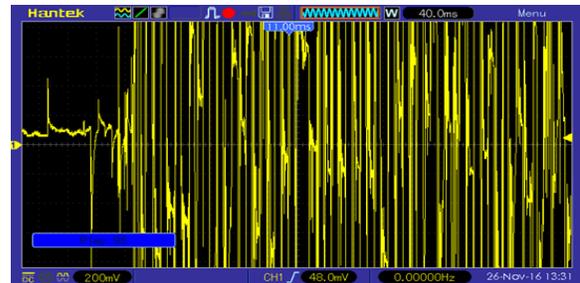


(b)

Gambar 4.3 Kurva arus peluahan pada isolator padat resin campuran cangkang kelapa sawit 0,5gr ( a) saat permulaan peluahan,( b) saat tembus listrik

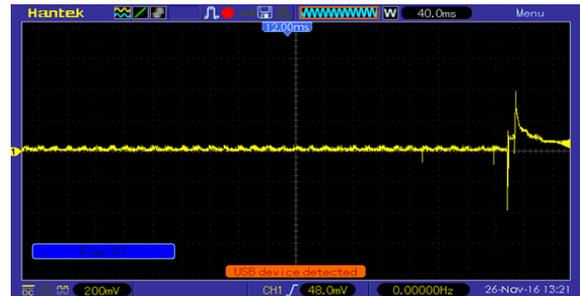


(a)

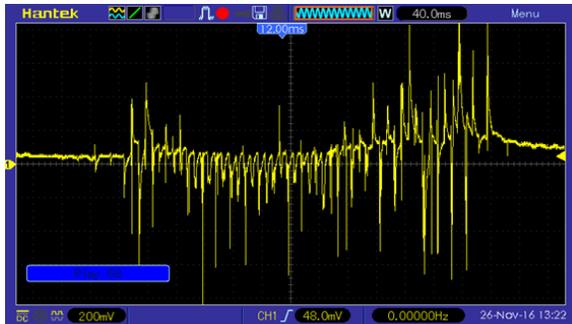


(b)

Gambar 4.4 Kurva arus peluahan pada isolator padat resin + serbuk 0.8mg.( a) saat permulaan peluahan,( b) saat tembus listrik



(a)



(b)

Gambar 4.5 Kurva arus peluahan pada isolator padat resin + serbuk 1.4gr ( a) saat permulaan peluahan,( b) saat tembus listrik

Proses pengukuran arus peluahan pada bahan isolasi padat komposit dengan prob arus tergolong rumit karena peluahan ini dapat menimbulkan pulsa-pulsa distorsi pada osiloskop. Untuk mendapatkan hasil yang optimal perlu dilakukan pembungkusan kabel prob arus dengan lapisan aluminium yang kemudian diketanahkan. Untuk penelitian lanjut dalam pengukuran pulsa-pulsa arus peluahan pada isolator padat komposit maka diperlukan teknik pengukuran tanpa sinyal gangguan (*noise*) dengan memanfaatkan LED (*light emitting diode*) dan kabel optik yang terhubung dengan photodiode (Fri Murdiya, 2014).

Gambar 4.3, 4.4 dan 4.5 merupakan kurva arus peluahan pada isolator padat resin 0,5gr, + serbuk 0.8 gr dan + serbuk 1.4 gr pada kondisi awal peluahan sampai mendekati tembus listrik. Pada Gambar 4.2 terlihat pada kondisi mendekati tembus listrik pada isolator padat komposit, arus peluahan memiliki pulsa-pulsa yang banyak dan amplitudonya yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan pada Gambar 4.3 dan 4.4. Sedangkan pada kondisi awal untuk semua gambar diatas terlihat tidak ada pulsa-pulsa arus dengan amplitudo yang tinggi. Hal ini terjadi karena isolator padat komposit masih memiliki tahanan isolasi yang tinggi. Pada saat kondisi mendekati tembus listrik pada isolator padat komposit terdapat pulsa-pulsa arus yang menandakan bahwa tahanan isolator padat komposit sudah turun akibat terpaan medan tinggi bolak-balik. Medan listrik tinggi yang dibentuk oleh elektroda jarum juga dapat memicu proses polarisasi pada isolasi padat

yang mengikuti polaritas arus bolak-balik yang dikenal dengan rugi-rugi dielektrik. Rugi-rugi dielektrik ini dapat menimbulkan panas pada bahan isolasi padat yang dapat juga menurunkan tahanan isolasi.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengukuran dan analisa tembus listrik pada isolator epoxy resin campur bubuk cangkang kelapa sawit, maka penulis menyimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai tegangan tembus listrik dari 10 sampel epoxy resin campur cangkang kelapa sawit yang mempunyai kekuatan tembus listrik baik yaitu epoxy resin campur cangkang kelapa sawit dengan campuran bubuk 0,8gr dengan tegangan tembusnya 76 kv.
2. Dari pengujian ini bisa di buktikan bahwa isolator epoxy resin murni tingkat tembus listriknya akan lebih kuat jika di campur dengan bubuk cangkang kelapa sawit.
3. Jika pada saat terjadi tembus listrik maka akan terbentuk jalur tembus listrik antara kedua ujung elektroda di dalam sampel isolator, hal ini di buktikan saat sampel di pecahkan.
4. Arus peluahan yang terjadi saat pengujian pada kondisi awal terdapat sedikit pulsa dengan amplituda yang rendah, namun pada saat mendekati tembus listrik terdapat pulsa yang banyak dengan amplituda yang besar.
5. Campuran epoxy resin dengan cangkang kernel sawit dapat dijadikan sebagai isolator padat baru.

### 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya diusulkan pembuatan material pengisi (*filler*) dalam orde micrometer atau lebih baik lagi dalam orde nanometer serta proses pembersihan material pengisi dengan menggunakan reaksi kimia. Untuk pengujian selanjutnya diusulkan pengujian tegangan tembus AC, DC dan Impuls.

## DAFTAR PUSTAKA

- Juliandhy, Tedy. 2014. *Efek Kegagalan Alat Flue Gas Desulphur terhadap Tegangan Lewat Denyar Isolator di Gardu Induk Pembangunan Tanjung Jati B Jepara*. Jurnal Nasional Teknik Elektro Vol : 3 No. 1
- Abdul syakur, Yuningtiastuti. 2012. *Unjuk kerja isolator bahan resin epoksi silane silika kondisi basah dan kering*. Jurusan teknik elektro universitas diponegoro semarang vol 14 No 2.
- Valdi risky yandi. 2010. *Fenomena flashover akibat arus bocor pada isolator keramik dan resin epoksi*. Jurnal teknik elektro. Vol 1 No 2
- Moh toni prasetyo, Hamzah. 2012. *Analisis degradasi permukaan bahan isolasi resin epoksi dengan pengisi pasir pantai yang mengandung banyak kalsium*. Jurnal JNTETI vol 1 No 3
- Seppanur, bandri. 2014. *Analisis Kegagalan Isolasi akibat Partial Discharge pada Kabel Na2xseby 2o kv Berisolasi XLPE dan PVC*. Jurnal momentum Teknik Elektro Vol. 16 No 2
- Sylvizah sinta pratiwi. 2014. *Pengaruh waktu perendaman dan konsentrasi h3po4 terhadap proses pembuatan karbon aktif dari cangkang sawit untuk mengolah pome (palm oil mill effluent)*. Politeknik negeri sriwijaya. Palembang.
- Markis, Lince. 2012. *Pengaruh Bahan Dielektrik Dalam Unjuk Kerja Waveguide*. Jurnal Ilmu Fisika Teknik Elektro Vol 4 No 1
- Tobing, Bonggas L. 2003. *Dasar-dasar Teknik Pengujian Tegangan Tinggi*, edisi kedua. Jakarta : Erlangga
- Friday.2012. *Cangkang Sawit sebagai Upaya Pemanfaatan Sumber Daya Energi Terbarukan*.
- Benito arief nugroho, syahrawardi.2013. *Pengaruh Presentase Fenol terhadap Kekuatan Dielektrik Jagung*.Jurnal teknik energi listrik
- Rasmawan. 2009. *Pemanfaatan limbah kelapa sawit pakan ternak sapi*.Fakultas pertanian bengkulu.
- Sunkel, Stuart. 2011. *Terco Manual Books*. Stockholm : Terco
- Wilvian. 2012. *Pengaruh Kelembaban terhadap Tegangan Flashover AC Isolator Piring*. Medan : Skripsi Usu
- Moh toni prasetyo.2012. *Analisis degradasi permukaan bahan isolasi resin epoxy dengan pengisi pasir pantai yang mengandung banyak kalsium*. Jurnal JNTETI jurusan teknik elektro UGM.
- Dyah ika susilawan. 2012.*Analisa arus bocor permukaan bahan isolasi resin epoxy silane menggunakan metode pengukuran inclined-plane tracking*.mahasiswa twknik elektro UNDIP
- Silvyzah sinta. 2014.*Pengaruh waktu perendaman dan kosentrasi H3PO4 terhadap proses pembuatan karbon aktif dari cangkang kelapa sawit untuk mengolah pome(palm oil mill effluent)*.skripsi politeknik sri wijaya

## WEB

- R.kacaribu 2011. *Dielektrik padat* [online] Available at : <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23931/3/Chapter%20II.pdf>. [accessed 19/12/2016, Jam 11 PM]