

**ANALISIS KARAKTERISTIK BREAKDOWN VOLTAGE PADA DIELEKTRIK
MINYAK TRANSFORMATOR 45 MVA DENGAN SUHU OPERASI
YANG BERVARIASI DI PUSAT LISTRIK KOTA PANJANG**

Daniel Harjono Dolok Saribu*, Firdaus**

*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: danielharjono27@gmail.com

ABSTRACT

Breakdown voltage is a phenomenon when the voltage is constantly raised in isolation, the atoms will be ionized and to limit the ability of the insulation to withstand the voltage then the insulator will be the conductor. This critical moment is called breakdown. Voltage breakdown testing is required to determine the critical point of the insulating oil, in other words to determine the boundaries of oil withstand voltage exposure. The purpose of this research is to know the dielectric strength of the transformer oil power with temperature changes in the oil, temperature is known based on the temperature of the peak loads, the load average and the lowest load on the transformer that is in the electrical center of the Kota Panjang, the temperature of the oil to be tested is 50°C, 65°C dan 82°C, testing is done using high voltage AC, using the hemispherical electrode, gap 2,5 mm. Tests done 3 times per sample in a single state in the oil temperature. From the test results showed that the dielectric strength of the oil shell diala type b will increase as the temperature rise in transformer oil, and test 80°C in other words, the temperature of the oil is directly proportional to the dielectric strength.

Keywords : Insulating temperature, breakdown voltage, dielectric strength.

1. PENDAHULUAN

Transformator daya merupakan suatu peralatan utama yang digunakan untuk menyalurkan energi listrik di Pusat Listrik Kota Panjang, trafo yang digunakan adalah merk ELIN dengan tipe TDQ-454A14F9K-99;50 Hz dengan daya 45 MVA, rating tegangan 11 kV/150 kV. [1]

Penggunaan minyak pada dasarnya sangat banyak di dunia industri, terutama pada peralatan tegangan tinggi seperti transformator daya, pemutus tenaga, pada peralatan tegangan tinggi, minyak isolasi selain berfungsi sebagai isolator, minyak juga dapat berfungsi sebagai bahan pendingin (penyerap panas) dan pemadam busur api. [2]

Salah satu fungsi dari minyak isolasi yang digunakan pada peralatan tegangan tinggi tersebut adalah sebagai media isolasi antara kumparan dengan kumparan dan antara kumparan dengan tangki pada transformator. Disamping itu minyak isolasi berfungsi sebagai bahan pendingin atau penyalur panas ke sirip -sirip transformator serta sebagai pemadam busur api apabila terjadi percikan percikan dalam belitan (*winding*) transformator yang terjadi akibat *short circuit* dan kesalahan-kesalahan lainnya. [3]

Minyak transformator dapat mengalami kenaikan temperatur di atas suhu kerjanya dan berlangsung dalam jangka waktu yang lama yaitu pada saat

terjadi beban lebih, sehingga struktur kimia dari minyak isolasi akan berubah. jika hal ini berlangsung terus-menerus maka minyak akan mengalami pemburukan.

Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh kenaikan temperatur minyak isolasi terhadap kekuatan dielektrik (*Breakdown Voltage*) pada minyak isolasi. [4]

Maka dilakukan penelitian dan percobaan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap kekuatan dielektrik yang diakibatkan beban yang tidak stabil.

2. LANDASAN TEORI

Transformator daya adalah suatu perangkat yang sangat penting peranannya terhadap suatu pembangkit. Fungsi transformator tenaga ini untuk menyalurkan tenaga listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya, alat ini biasa kita kenal dengan trafo step up. Oleh karena itu transformator diusahakan agar peralatan ini berusia panjang dan dapat lebih lama dipergunakan demi tercapainya suatu kontinuitas layanan. [5]

Transformator daya menaikkan tegangan kemudian disalurkan ke transmisi dengan saluran 150 kV, transformator ini akan terus beroperasi, oleh karena itu peralatan transformator harus benar-benar diperhatikan kelayakannya, masalah yang paling sering dihadapi dalam teknik tegangan tinggi adalah mengenai kegagalan isolasi. Kegagalan isolasi khususnya minyak transformator akan sangat mempengaruhi kesinambungan penyaluran listrik dalam jaringan kerja di PLN. [6]

Isolasi ini diperlukan untuk memisahkan dua atau lebih penghantar listrik yang bertegangan sehingga antara penghantar-penghantar tersebut tidak terjadi lompatan listrik, oleh karena itu minyak harus di perhatikan kelayakan tahanan maksimum atau tegangan tembus suatu isolasi tersebut. [7]

Isolasi merupakan bagian yang penting dalam sistem tenaga listrik. Isolasi berfungsi untuk memisahkan dua atau lebih

penghantar listrik yang bertegangan sehingga antara penghantar-penghantar tidak terjadi lompatan listrik atau busur api. Isolasi terbagi menjadi tiga jenis yaitu isolasi gas, cair dan padat. Ketiga jenis isolasi ini digunakan sesuai dengan kebutuhan pengisolasinya masing-masing. [8]

Kemampuan isolasi dalam menahan tegangan mempunyai batas-batas tertentu sesuai dengan material penyusun dan lingkungan sekitarnya. Apabila tegangan yang diterapkan melebihi kuat medan isolasi maka akan terjadi tembus (*breakdown*) yang menyebabkan terjadinya aliran arus antara peralatan tegangan tinggi. [9]

Tegangan tembus merupakan suatu keadaan saat medan magnet dinaikkan (tegangan terus menerus dinaikkan), maka atom-atom akan terionisasi. Ketika sampai batas kemampuan isolator tersebut menahan tegangan, maka isolator tersebut akan berubah menjadi konduktor. Saat kritis ini terjadi disebut tegangan tembus (*breakdown*). Pengujian terhadap tegangan tembus diperlukan untuk mengetahui titik kritis suatu isolasi. [10]

Pengujian ini sangat penting dilakukan untuk mengetahui tahanan atau tegangan tembus suatu minyak apabila temperatur tidak stabil, pengujian dilakukan dengan menggunakan elektroda setengah bola dengan jarak 2,5 mm dengan standar *IEC 156* untuk transformator, minyak yang digunakan adalah *Shell Diala B* yang telah terpakai dan belum didaur ulang. [11]

2.1 Sifat-sifat listrik Minyak

Dielektrik minyak sebagai salah satu bahan listrik mempunyai beberapa sifat kelistrikan. Sifat isolasi minyak ditentukan dari beberapa sampel berupa model pada kondisi standar, sehingga nilai uji pada setiap bahan tidak selalu sama dengan yang sesungguhnya.

Adapun fungsi yang paling penting dari suatu bahan dielektrik minyak adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengisolasi bagian yang bertegangan dari satu penghantar dengan penghantar yang lainnya.
2. Menahan gaya mekanis akibat adanya arus pada konduktor yang di isolasi oleh minyak.
3. Mampu menahan tekanan yang diakibatkan oleh panas dan reaksi kimia.

Tekanan yang diakibatkan oleh medan elektrik, gaya mekanik, thermal maupun kimia dapat terjadi secara serentak. Dengan kata lain, suatu bahan dapat dikatakan ekenomis apabila bahan dielektrik tersebut dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama dengan menahan semua tekanan yang terjadi.

2.2 Dielektrik Cair

Kekuatan dielektrik minyak isolasi adalah kekuatan medan maksimum (medan listrik) yang dapat dipikul oleh minyak isolasi tersebut selama diberi tegangan secara kontinyu. Besarnya kekuatan dielektrik minyak isolasi biasanya sekitar 100 sampai 200 kV/cm. Peristiwa kegagalan minyak isolasi melaksanakan fungsinya sebagai bahan dielektrik disebut tembus listrik (*breakdown*).

Peristiwa tembus listrik ini terjadi bila kuat medan yang dipikul melebihi kekuatan dielektriknya.

Breakdown terjadi jika :

$$E_D > E_C$$

Dimana :

$$E_D = \text{kuat medan yang dipikul isolator}$$

$$E_C = \text{kekuatan dielektrik isolator}$$

Kuat dielektrik juga dapat dipengaruhi oleh naiknya suhu atau temperatur pada minyak, pemanasan atau kenaikan temperatur minyak isolasi terjadi bila panas yang timbul lebih besar dari panas yang didisipasikannya, maka temperatur minyak isolasi akan naik. Apabila hal ini berlangsung terus menerus, maka dapat mengakibatkan struktur kimia minyak isolasi tersebut berubah.

Dengan berubahnya struktur kimia minyak isolasi tersebut, kekuatan dielektrik

minyak isolasi juga akan berubah. Jadi kekuatan dielektrik minyak isolasi tergantung kepada kenaikan suhu dielektriknya, oleh karena itu sangat penting dilakukan pengujian secara teratur tentang kekuatan dielektrik minyak isolasi untuk menghindarkan kegagalan suatu bahan dielektrik yang digunakan pada peralatan listrik.

Dalam suatu pengujian kekuatan dielektrik minyak isolasi tergantung kepada:

- 1.Bahan dan bentuk elektroda pengujian minyak isolasi tersebut
- 2.Jarak sela elektroda pengujian
- 3.Kadar gas N₂ dan O₂ dalam minyak isolasi tersebut
- 4.Suhu pada minyak pada saat pengujian

2.3 Mekanisme kegagalan dielektrik

Jika suatu tegangan diberikan terhadap dua elektroda yang dicelupkan kedalam minyak (isolasi) maka terlihat adanya konduksi arus yang kecil. Jika tegangan dinaikkan secara kontinyu, maka pada titik kritis tertentu akan terjadi lucutan diantara kedua elektroda yang di pisahkan oleh minyak.

Lucutan dalam zat cair ini akan terdiri dari unsur-unsur sebagai berikut :

1. Aliran listrik yang besarnya ditentukan oleh karakteristik rangkaian
2. *Flash Point* dari elektroda yang satu ke elektroda yang lain
3. Terjadi gelembung gas dan butir-butir zat padat hasil dekomposisi zat cair
4. Terjadi lubang pada elektroda yang mengakibatkan tembus tegangan.

2.4 Sistem Pengukuran Tegangan Tembus Dielektrik Minyak

Bila tegangan bolak-balik diterapkan, tekanan mulai mengadakan kehilangan histeresis dan rugi dielektrik. Mula-mula kehilangan daya disimpan dan suhunya mulai naik pada saat minyak diuji. Bila suhunya mulai naik, bahan mulai mendisipasikan panas (panas yang dibangkitkan). Sampai keadaan seimbang, suhunya akan naik terus, tahanan turun dan

arus naik. Akhirnya tegangan pun menembus isolasi minyak. Pada saat momen inilah dikatakan *Breakdown Voltage* atau tegangan tembus. Sesudah keadaan seimbang tercapai, kuat gagalnya tidak turun lagi dengan waktu, maka isolasipun dapat diuji kembali melalui proses filterisasi atau permurnian minyak kembali.

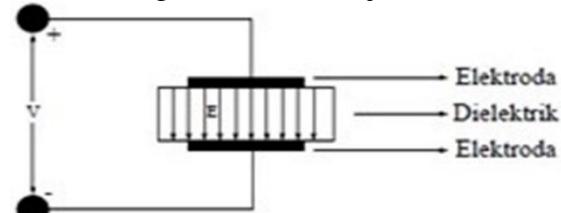
Tabel 2.1 Spesifikasi minyak setelah digunakan (Bonggas L Tobing)

Sifat Minyak	Satuan	Standar
Viscositas 20 ⁰ C	cst	< 25
Titik nyala	C	> 130
Kadar Asam	Mg KOH/g	< 0.40
Teg Tembus	kV/cm	>45
Korosi	-	Tidak ada
Kotoran	%	< 0.10
Kadar Air	Mg/l	≥30

2.5 Medan Dielektrik

Suatu dielektrik tidak mempunyai elektron-elektron bebas, melainkan elektron yang terikat pada inti atom unsur yang membentuk dielektrik tersebut. Pada Gambar 2 dibawah ini ditunjukkan suatu bahan dielektrik yang ditempatkan pada dua elektroda piring sejajar. Bila elektroda di beri tegangan searah V, maka timbul medan dielektrik (E) di dalam dielektrik. Medan elektrik ini memberikan gaya kepada elektron-elektron agar terlepas dari ikatannya dan menjadi elektron bebas.

Dengan kata lain, medan elektrik merupakan suatu bahan yang menekan dielektrik agar berubah menjadi konduktor.



Gambar 2.1. Kekuatan dielektrik

Beban yang dipikul dielektrik ini disebut juga terpaan medan elektrik, setiap dielektrik mempunyai batas kekuatan untuk memikul terpaan elektrik. Jika terpaan elektrik yang dipikulnya melebihi batas

tersebut dan terpaan berlangsung cukup lama. Maka isolator akan menghantarkan arus atau gagal melaksanakan fungsinya sebagai isolator. Dalam hal ini dielektrik disebut tembus listrik atau *breakdown*. Terpaan elektrik yang tertinggi yang dapat dipikul suatu isolasi tanpa menimbulkan *flash point* tersebut tembus listrik, kekuatan dielektrik dapat disebut dielektrik apabila memiliki E_k , maka terpaan elektrik yang dapat dipikulnya adalah $< E_k$.

Pada penerapan tegangan kekuatan dielektrik didefinisikan sebagai gradienpotensial dalam volt/cm yang merupakan perbandingan tegangan yang menyebabkan kerusakan atau kegagalan pada dielektrik (V) dengan tebal isolasi d yang memisahkan antara elektroda dapat di lihat pada persamaan berikut ini :

$$E = \frac{v}{d} \text{ (kV/cm)} \dots \dots \dots (2-1)$$

Dimana :

E = Kuat medan listrik yang dapat ditahan oleh material isolasi

v = Tegangan maksimum yang tercatat pada alat ukur

d = Tebal isolasi

3. Metodologi Penelitian

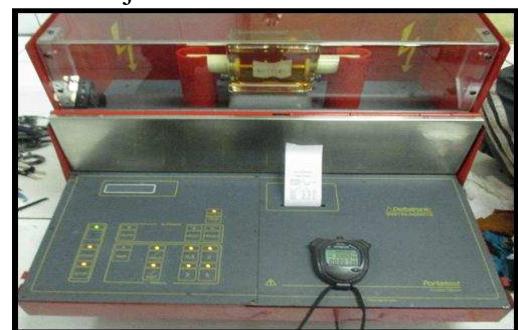
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 08 bulan november 2016 sampai tanggal 08 bulan november 2016 di Pusat Listrik Kota Panjang, pekanbaru

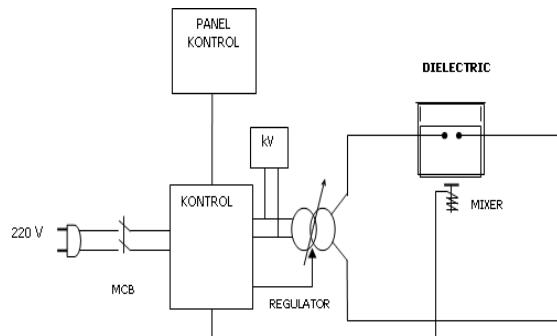
3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan penelitian yang digunakan dalam pengujian antara lain:

1. Alat uji deltatronic instrument

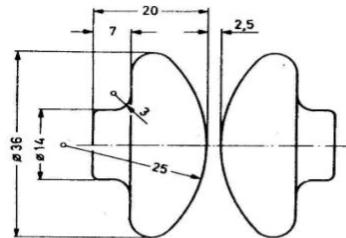


Gambar 3.1 Deltatronic instrument



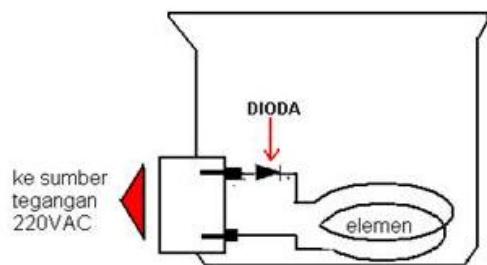
Gambar 3.2 Rangkaian alat

2. *Oil Cup* dan elektroda setengah bola



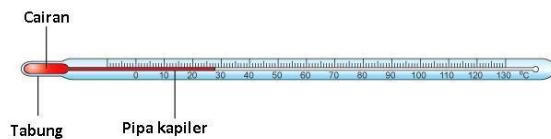
Gambar 3.3. Elektroda setengah bola

3. Bejana Pemanas 500 ml



Gambar 3.4 Rangkaian pemanas minyak

4. Termo meter suhu



Gambar 3.5. Termo meter suhu

5. Stop Watch



Gambar 3.6. Stop watch

3.3 Metode Pengumpulan Data

Data hasil pengukuran dicatat setiap kali dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali untuk setiap sampel pengujian pada satu suhu minyak.

Adapun langkah-langkah pengujian yang dilakukan, antara lain:

1. Mengatur sela elektroda
2. Memanaskan minyak
3. Mengukur suhu minyak
4. Pengujian tegangan tembus pada minyak transformator

Data hasil pengujian tegangan tembus pada minyak transformator dianalisa dan dibuat grafik karakteristik minyak menggunakan microsoft excel.

4. Hasil Pengujian dan analisa

Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali persampel dalam satu suhu, minyak perunit trafo diambil 3 kondisi, kondisi beban puncak, kondisi beban rata-rata dan kondisi beban terendah, jumlah trafo yang diuji sebanyak 3 unit. Pengujian tegangan tembus dilakukan sesuai dengan metode IEC 156

4.1. Analisis

Kekuatan dielektrik hasil pengujian tegangan tembus minyak *middle* dengan temperatur beban atau suhu minyak yang bervariasi pada transformator unit I dengan menggunakan persamaan berikut :

$$E = \frac{V}{d} \text{ (kV/mm)} \quad \dots \dots \dots \quad (4-1)$$

dimana : E = Kuat medan listrik yang dapat ditahan oleh material isolasi

V = Tegangan maksimum yang tercatat pada alat ukur

d = Jarak sela

Tabel 1. Hasil dielektrik unit I

No	Temperatur (50°C)		Temperatur (65°C)		Temperatur (82°C)	
	Middle (kV)	Bottom (kV)	Middle (kV)	Bottom (kV)	Middle (kV)	Bottom (kV)
1	21,85	20,36	19,30	19,12	16,29	31,52
2	19,26	21,10	14,16	22,08	29,25	16,34
3	18,70	26,20	19,72	21,38	28,88	25,16

Kekuatan dielektrik pada setiap pengujian dapat dirata-ratakan dengan persamaan 4-2.

$$E \text{ (rata-rata)} = \frac{E1+E2+E3}{3} \dots\dots (4-2)$$

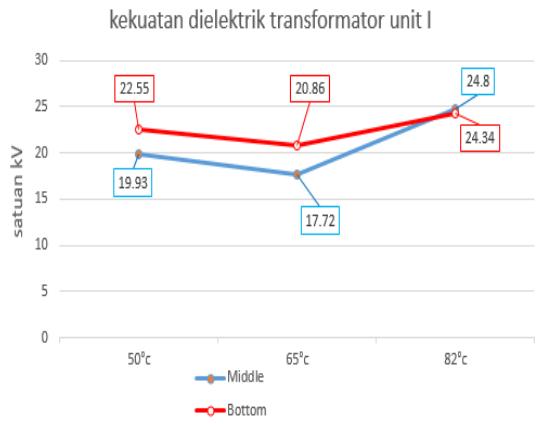
dimana : E = kekuatan dielektrik
3 = jumlah variabel

Berikut hasil rata-rata kekuatan dielektrik minyak tranformator unit I dengan menggunakan persamaan 4.2.

Tabel 2. Rata-rata dielektrik unit I

No	Temperatur (50°C)		Temperatur (65°C)		Temperatur (82°C)	
	Middle (kV)	Bottom (kV)	Middle (kV)	Bottom (kV)	Middle (kV)	Bottom (kV)
1	19,93	22,55	17,72	20,86	24,80	24,34

Dari tabel 2 dapat dibuat kurva karakteristik menggunakan microsoft excel yang dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1.Kurva kekuatan dielektrik

Pada gambar 4.1 dapat dilihat bahwa minyak bagian bottom dengan suhu 65°C kekuatan dielektrik menurun dengan nilai 20,86 kV, kemudian kekuatan dielektrik naik pada suhu beban puncak 82°C dengan mencapai 24,34 kV, begitu juga pada minyak middle, pada suhu 65°C kekuatan dielektriknya menurun, sedangkan pada temperatur beban puncak dengan suhu 82°C kekuatan dielektriknya naik hingga mencapai 24,8 kV.

Tabel 3. Kekuatan dielektrik unit II

No	Temperatur (50°C)		Temperatur (65°C)		Temperatur (82°C)	
	Middle (kV)	Bottom (kV)	Middle (kV)	Bottom (kV)	Middle (kV)	Bottom (kV)
1	21,89	19,62	25,55	22,12	28,42	18,79
2	21,85	21,17	26,01	16,52	23,51	21,24
3	22,86	23,01	24,44	21,20	30,64	25,74

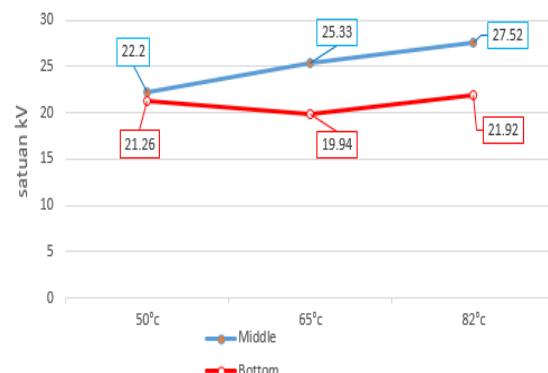
Dari tabel 3 didapatkan hasil rata-rata kekuatan dielektrik minyak tranformator unit II dengan menggunakan persamaan 4.2.

Tabel 4. Rata-rata dielektrik unit II

No	Temperatur (50°C)		Temperatur (65°C)		Temperatur (82°C)	
	Middle (kV)	Bottom (kV)	Middle (kV)	Bottom (kV)	Middle (kV)	Bottom (kV)
1	22,2	21,26	25,33	19,94	27,52	21,92

Dari tabel 4 dapat dibuat kurva karakteristik menggunakan microsoft excel yang dilihat pada gambar 4.2.

kekuatan dielektrik transformator unit II



Gambar 4.2.Kurva kekuatan dielektrik

Dari gambar 4.2 dapat dilihat pada minyak middle mengalami kenaikan kekuatan dielektrik seiring naiknya suhu, sedangkan pada minyak bottom mengalami penurunan pada suhu 65°C dengan nilai 19,94 kV, kemudian meningkat pada suhu beban puncak dengan nilai 21,92 kV.

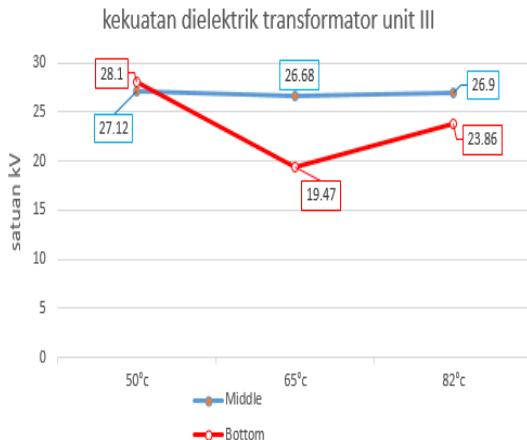
Tabel 5. Kekuatan dielektrik unit III

No	Temperatur (50°C)		Temperatur (65°C)		Temperatur (82°C)	
	Middle (kV)	Bottom (kV)	Middle (kV)	Bottom (kV)	Middle (kV)	Bottom (kV)
1	26,43	25,57	29,86	19,26	26,29	21,10
2	27,31	29,21	23,47	14,50	27,26	23,79
3	27,63	29,53	26,73	24,67	27,17	26,71

Dari tabel 5 didapatkan hasil rata-rata kekuatan dielektrik minyak tranformator unit III dengan menggunakan persamaan 4.2.

No	Temperatur (50°C)		Temperatur (65°C)		Temperatur (82°C)	
	Middle (kV)	Bottom (kV)	Middle (kV)	Bottom (kV)	Middle (kV)	Bottom (kV)
1	27,12	28,10	26,68	19,47	26,90	23,86

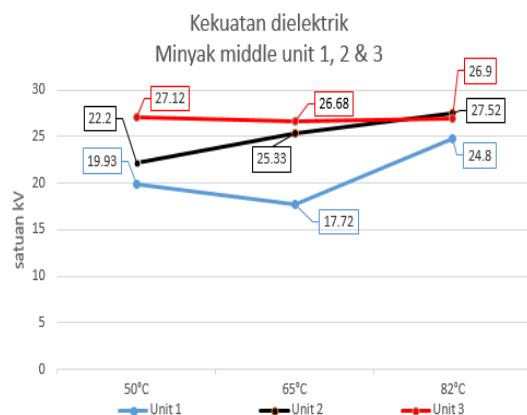
Dari tabel 5 dapat dibuat kurva karakteristik menggunakan microsoft excel yang dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3.Kurva kekuatan dielektrik

Dari gambar 4.3 pada minyak bottom mengalami penurunan yang sangat drastis dari nilai 28.10 sampai 19.47 kV, tetapi pada temperatur beban puncak dengan suhu 82°C mengalami kenaikan kekuatan dielektrik dengan nilai 23,86 kV. Sedangkan pada minyak bottom cenderung stabil.

Dari hasil kekuatan dielektrik minyak shell diala b, dapat dibandingkan kekuatan isolasi minyak unit I, II dan III. Untuk mengetahui karakteristik kekuatan dielektrik minyak bagian *middle* terhadap suhu operasi yang bervariasi pada unit I, II dan III, maka dapat dibuat grafik menggunakan microsoft excel yang dilihat pada gambar 4.4

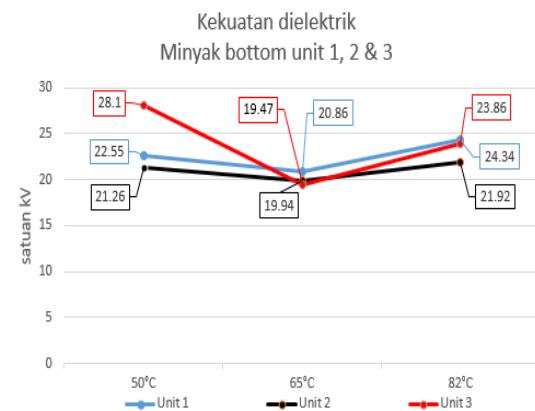


Gambar 4.4.Kurva kekuatan dielektrik *middle* unit I, II dan III

Dari gambar 4.4 dapat dilihat hasil dielektrik dari minyak middle pada unit I

dan III, bahwa kekuatan dielektriknya menurun pada temperatur beban rata-rata atau pada suhu 65°C, kemudian pada temperatur beban puncak atau pada suhu 82°C mengalami kenaikan kekuatan dielektrik seiring naiknya suhu pada minyak. Kekuatan dielektrik pada unit II mengalami kenaikan kekuatan dielektrik seiring naiknya suhu pada minyak.

Untuk mengetahui karakteristik kekuatan dielektrik minyak bagian *bottom* terhadap suhu operasi yang bervariasi pada unit I, II dan III, maka dapat dibuat grafik menggunakan microsoft excel yang dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5.Kurva kekuatan dielektrik *Bottom* unit I, II dan III

Dari gambar 4.5 dapat dilihat bahwa pada unit I, II, dan III mengalami persamaan kekuatan dielektrik, yaitu pada temperatur rata-rata dengan suhu 65°C mengalami penurunan dari temperatur beban terendah dengan suhu 50°C, kemudian pada suhu 82°C kekuatan dielektrik pada minyak mengalami kenaikan seiring naiknya suhu pada isolasi tersebut.

4.2. Analisis Pengujian

Dari gambar 4.1-4.5 pada unit I, II dan III dapat dilihat bahwa karakteristik kekuatan dielektrik minyak *Shell diala b* mengalami penurunan pada temperatur beban rata-rata dengan suhu 65°C, seiring dengan naiknya temperatur pada minyak dengan suhu 82°C maka kekuatan dielektriknya mengalami kenaikan.

Hal ini disebabkan pada saat suhu yang lebih rendah gelembung-gelembung dan partikel-partikel yang terdapat pada minyak masih terdapat pada minyak, sehingga tingkat konduktivitas pada minyak masih tinggi, pada saat minyak memiliki konduktivitas makin tinggi, hal tersebut dapat mengakibatkan kegagalan yang lebih cepat.

Sedangkan pada saat suhu minyak yang tinggi, minyak akan lebih cair, hal tersebut mengakibatkan partikel yang menyebabkan kontaminasi pada minyak akan turun kebawah dan sebagian gelembung-gelembung pada minyak akan menguap seiring dilakukannya proses pemanasan pada minyak, hal ini dapat mengurangi tingkat konduktivitas dan meningkatkan kekuatan dielektrik pada minyak tersebut.

Pada temperatur beban rata-rata dengan suhu 65°C pada setiap unit transformator daya pusat listrik kota panjang mengalami penurunan, hal tersebut diakibatkan adanya kontaminasi atau partikel-partikel pada minyak yang dapat menurunkan kekuatan dielektrik isolasi tersebut, kemudian pada suhu 82°C mengalami kenaikan kekuatan dielektrik, hal ini diakibatkan pemurnian pada minyak melalui proses filterisasi, alat yang digunakan pada PL Kota Panjang menggunakan agit untuk memurnikan minyak kembali dengan mengaduk minyak, hal ini biasa disebut filterisasi.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan hasil pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kekuatan dielektrik transformator unit I dari suhu 50°C ke 65°C mengalami penurunan, kemudian pada suhu 82°C mengalami kenaikan dielektrik. Hal tersebut diakibatkan pada saat pengujian gelembung gas dan arang terdapat pada minyak. Sedangkan pada saat beban puncak partikel semakin berkurang setelah

2. difilter menggunakan kapsul pengaduk minyak.
3. Kekuatan dielektrik transformator unit II pada minyak middle mengalami kenaikan dielektrik seiring naiknya temperatur. Hal tersebut diakibatkan sedikitnya partikel kontaminan yang terdapat pada minyak bagian tengah, sedangkan pada minyak bottom mengalami penurunan dielektrik pada temperatur beban rata-rata, hal tersebut diakibatkan oleh adanya partikel atau kontaminan yang mengendap di dalam minyak.
4. Kekuatan dielektrik transformator unit III dari temperatur beban terendah ke beban rata-rata, mengalami penurunan, hal tersebut diakibatkan kontaminasi pada minyak, kemudian kekuatan dielektrik meningkat seiring naiknya suhu pada minyak, karena partikel yang mengendap semakin berkurang seiring dilakukan filterisasi.
5. Pengaruh suhu pada minyak transformator akan menghasilkan tegangan tembus yang semakin besar seiring dengan naiknya suhu, dengan kata lain suhu berbanding lurus dengan kekuatan dielektrik minyak, yang artinya kekuatan dielektrik akan semakin besar apabila suhu semakin tinggi.
6. Kekentalan pada minyak sangat mempengaruhi kecepatan aliran listrik didalam transformator. Semakin kental minyak pada transformator maka akan mempercepat tegangan tembus. Dengan kata lain, apabila minyak semakin cair maka kekuatan dielektrik akan semakin tinggi. Semakin naiknya suhu pada minyak trafo akan memperkecil nilai viskositas pada isolasi tersebut, apabila nilai viskositas semakin kecil, maka kekuatan dielektrik minyak akan semakin besar.

5.2. Saran

Dari penelitian yang dilakukan, dapat diberikan saran bahwa minyak *shell diala b* akan melindungi transformator lebih baik apabila pada beban puncak dengan suhu 82°C, dengan kata lain minyak lebih baik digunakan untuk isolasi dalam kondisi suhu yang tinggi, karena kekuatan dielektrik minyak akan besar apabila suhu semakin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Zainal. 2008. *Pengujian Tegangan Tembus Media Isolasi Udara Dan Media Isolasi Minyak Trafo Menggunakan Elektroda Bidang*. Teknik Elektro Politeknik Bengkalis. Riau.
- Alfian junaidi. 2008. *Pengaruh Perubahan Suhu Terhadap Tegangan Tembus Pada Bahan Isolasi Cair*. Teknik elektro, Universitas Tridharma, Balikpapan
- Dimas Aditia Arifianto, Ir.Soemarwanto.,MT, Ir. Hery Purnomo.,MT. 2008. *Analisis Kegagalan Transformator Di PT Asahimas Chemical Banten Berdasarkan Hasil Uji DGA Dengan Metode Roger's Ratio*. Teknik Elektro Brawijaya. Malang
- Samuel Panggabean. 2008. *Pengaruh suhu terhadap kekuatan dielektrik berbagai minyak isolasi transformator*. Teknik Elektro, Universitas Sumatera Utara, Medan
- Iwa Garniwa, Jonathan Fritz. 2009. *Analisis Pengaruh Kenaikan Temperatur Dan Umur Minyak Transformator Terhadap Degradasi Tegangan Tembus Minyak Transformator*.
- Departemen Teknik Elektro, Universitas Indonesia, Depok
- Sugeng Nur Singgih, Hamzah Berahim. 2009. *Analisis Pengaruh Keadaan Suhu Terhadap Tegangan Tembus Ac Dan Dc Pada Minyak Transformator*
- Dedi Nugroho. 2010. *kegagalan isolasi minyak trafo*. Teknik Elektro. Universitas Islam Sultan Agung, Semarang
- Sayogi, Hanung. 2010. *Analisis Mekanisme Kegagalan Isolasi Pada Minyak Trafo Menggunakan Elektroda Berpolaritas Berbeda Pada Jarum – Bidang*. Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Semarang
- Wahyu Kunto Wibowo, Ir. Yuningtyastuti, Abdul Syakur, ST., MT. 2010. *Analisis Karakteristik Breakdown Voltage Pada Dielektrik Minyak Shell Diala B Pada Suhu 30°C - 130°C*. Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Semarang