

## PENGUJIAN BAHAN ISOLASI KERAMIK TERHADAP TEGANGAN TEMBUS DENGAN MENGGUNAKAN ELEKTRODA BATANG

Slamet Hani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 18 Desember 2013, revisi masuk: 11 Januari 2014, diterima: 3 Februari 2014

### ABSTRACT

*Various types of ceramic materials are mostly found in Indonesia which have different common properties, so lab experiments are needed to determine the natures of the breakdown voltages, capacities, and factors which determine the performance of each ceramic insulator. Type of ceramic tile studied were of different platinum, ceramic tile brands. The experiments show that, the average breakdown voltage of ceramic platinum is 8.12kV, the room conditions during testing were 29.7°C, 989mB air pressure and humidity 77%, while the average breakdown voltage of ceramic milan was 9.12kV, where condition during the test was 29.1°C, 990 mB air pressure, relative humidity 79% and for brands essenza average breakdown voltage 39.68kV, under a testing temperature of 29.9°C, pressure 989 mB air and 66% humidity. Of the three types the ceramic platinum brand was most easily penetrated by the voltage. This is due caused by the existing cavities in the ceramics and does not meet the standard ceramic or solid materials and most of them have the ability to withstand the breakdown voltage ceramic materials essenza brands.*

**Keywords:** *breakdown voltage, insulators, ceramics.*

### INTISARI

Beragam jenis material keramik yang banyak ditemui di Indonesia yang mana memiliki sifat umum yang berbeda pula, sehingga perlu dilakukan penelitian di laboratorium tentang tegangan tembus untuk mengetahui sifat, kemampuan, serta factor apa saja yang menentukan kinerja dari bahan isolator keramik. Jenis keramik yang diteliti yaitu keramik merk platinum, keramik merk milan dan keramik merk essenza. Dari hasil penelitian tegangan tembus rata-rata pada keramik merk platinum sebesar 8,12kV, pada suhu udara sekeliling saat pengujian 29,7°C, tekanan udara 989 mB dan kelembaban udara 77%, sedangkan tegangan tembus rata-rata pada keramik merk milan memberikan tegangan 9,12kV, pada suhu udara saat pengujian 29,1°C, tekanan udara 990mB, kelembaban udara 79% dan keramik merk essenza tegangan tembus rata-rata 39,68kV, pada suhu udara saat pengujian 29,9°C, tekanan udara 989 mB dan kelembaban udara 66%. Dari ketiga jenis keramik yang di uji merk platinum paling mudah ditembus oleh tegangan. Hal ini disebabkan adanya rongga-rongga yang ada pada keramik dan tidak rapat atau padat bahan keramik tersebut dan yang paling besar memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus yaitu bahan keramik merk essenza.

**Kata kunci :** tegangan tembus, isolator, keramik.

### PENDAHULUAN

Salah satu perhatian utama dalam sistem tenaga listrik adalah efisiensi penyaluran energi listrik dari pembangkit listrik sampai ke konsumen melalui saluran transmisi dan distribusi. Dalam penyaluran energi listrik yang besarnya sama, semakin tinggi tegangan yang digunakan maka rugi-rugi yang terjadi pada kawat penghantar akan semakin

kecil. Namun demikian, penggunaan tegangan tinggi ini menimbulkan permasalahan dalam hal isolasinya.

Isolator merupakan salah satu jenis bahan listrik yang banyak digunakan pada sistem tenaga listrik, terutama pada sistem transmisi dan distribusi. Isolator tersebut berfungsi untuk mengisolasi bagian yang bertegangan terhadap bagian yang tak bertegangan.

<sup>1</sup>shani.akprind@yahoo.com

Salah satu jenis isolator yang digunakan adalah isolator yang berbahan keramik yang diletakkan pada tiang listrik sebagai isolator gantung pada jaringan sistem distribusi 20 kV. Isolator keramik juga merupakan bagian dari isolator padat. Isolator jenis ini merupakan salah satu bahan dari dasar perut bumi seperti tanah liat yang memiliki banyak kegunaan dalam kehidupan sehari-hari (Abdul, Syamsir, 2003)

Keramik merupakan salah satu kerajinan tangan, baik untuk kerajinan seni, keramik pakai (fungsional dalam rumah tangga) maupun keramik untuk pelengkap yang digunakan pada bahan bangunan. Barang tersebut merupakan produk keramik dengan body konvensional yang kebanyakan memiliki komposisi dengan sistem segitiga (triaksial) mineral lempung-felspar, atau triaksial plus jika ada tambahan mineral lain. Komposisi body yang didasarkan pada perbandingan kandungan mineral-mineral disebut komposisi rasional. Dalam era modern ini, definisi keramik adalah produk seni dan sains, mikrostrukturnya tersusun dari fasa kristalin dengan atau tanpa fasa amorf (gelas) terbuat dari bahan anorganik bukan logam melalui proses pembakaran (Adnan Ross Sapatra, 2006).

Keramik yang dahulu hanya digunakan sebagai kerajinan sekarang digunakan sebagai bahan isolasi. Keramik-keramik tersebut memiliki kandungan atau sifat kelistrikan, kimia dan termal. Dengan memiliki sifat tersebut bahan keramik bisa memberikan dampak yang dapat memperoteksi bila terjadi ada *flashover* maupun *sparkover*. Oleh karena itu penelitian ini dapat mengetahui terjadinya tegangan tembus dari keramik yang ada di pasaran. Dari pengujian tegangan tembus ini akan diketahui besarnya tegangan tembus yang ditahan oleh bahan keramik (Hanung Sayogi, 2010).

Bila ikatan ini putus pada suatu tempat maka sifat isolasi pada tempat itu hilang. Bila pada bahan isolasi tersebut diberikan tegangan akan terjadi perpindahan elektron-elektron dari suatu molekul ke molekul lainnya sehingga timbul arus konduksi atau arus bocor. Karakteristik isolator akan berubah bila

material tersebut termasuk suatu ketidakmurnian (*impurity*) seperti adanya arang atau kelembaban dalam isolasi yang dapat menurunkan tegangan gagal. (Ariawan, Putu Rusdi, 2010).

Bahan isolasi digunakan untuk memisahkan bagian-bagian bertegangan atau bagian-bagian yang aktif. Untuk itu sifat kelistrikannya memegang peran yang sangat penting, namun demikian sifat mekanis, sifat termal, ketahanan terhadap bahan kimia serta sifat lainnya perlu diperhatikan. (Muhaimin, 1999).

Pengujian dilakukan pada beberapa jenis bahan isolasi adalah untuk mengetahui kinerja isolasi, supaya kegagalan dalam operasi dapat dihindarkan sebelumnya dan memberikan suatu pengetahuan tentang bahan dari isolasi tersebut (Artono Arismunandar, 2001)

Banyak faktor yang mempengaruhi tegangan tembus suatu minyak isolasi. Beberapa faktor diantaranya suhu minyak, kelembaban minyak, kandungan air serta bahan-bahan kontaminan lain sehingga pengotor yang bisa menurunkan tingkat kekuatan dielektrik minyak (Budi Sasmito, 2006).

## METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Tegangan Tinggi Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Bahan uji isolator yang digunakan berbahan dasar keramik dengan merk platinum, keramik merk *essenza* dan keramik merk *milan*. Dari hasil pengujian tersebut selanjutnya dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pemilihan bahan isolator.

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian kuasi eksperimen laboratorium, dengan menggunakan 3 jenis keramik pada ketebalan yang sama namun bertingkat dalam pengujian tegangan tembus bahan isolator listrik.

Bahan penyekat mempunyai tahanan listrik yang besar. Penyekat listrik ditujukan untuk mencegah terjadinya kebocoran arus listrik antara kedua penghantar yang berbeda potensial atau untuk mencegah loncatan listrik ketanah. Kebocoran arus listrik harus dibatasi

sekecil-kecilnya (tidak melampaui batas yang telah ditentukan oleh peraturan yang berlaku). Ada 3 hal pokok yang memberikan gambaran sifat kelistrikan suatu bahan isolasi di samping sifat-sifat yang lain yaitu resistivitas, permittivitas, dan sudut kerugian dielektrik.

a). Resistivitas

Sesuai dengan fungsinya, bahan isolasi yang baik adalah bahan isolasi yang resistivitasnya besar tidak terhingga. Tetapi pada kenyataannya bahan yang demikian itu belum bisa diperoleh. Sampai saat ini semua bahan isolasi pada teknik listrik masih mengalirkan arus listrik (walaupun kecil) yang lazim disebut arus bocor. Hal ini menunjukkan bahwa resistansi bahan isolasi bukan tidak terbatas besarnya.

Besar resistansi bahan isolasi sesuai dengan Hukum Ohm adalah :

$$R_i = \frac{V}{I_b} \dots\dots\dots(1)$$

dimana,

R<sub>i</sub> = Resistansi isolasi (ohm)

V = Tegangan yang digunakan (Volt)

I<sub>b</sub> = Arus bocor (Ampere)

b). Permittivitas

Setiap bahan isolasi mempunyai permittivitas. Hal ini penting bagi bahan-bahan yang digunakan sebagai dielektrik kapasitor. Kapasitansi suatu kapasitor bergantung pada beberapa faktor, yaitu luas permukaan, jarak antara keping-keping kapasitor serta dielektriknya. Besar kapasitansi C (farad) dapat dihitung dengan:

$$C = \frac{10^{-9} \epsilon}{36 \pi} \times \frac{S}{h} \dots\dots\dots(2)$$

dimana,

ε = Permittivitas bahan dielektrik (F/m)

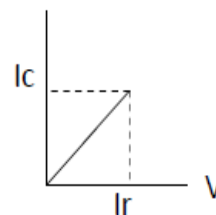
h = Jarak keping-keping kapasitor (m)

S= Luas permukaan keping-keping kapasitor (m<sup>2</sup>)

Besarnya permittivitas udara hampir 1 yaitu, 1,000589, sedangkan besarnya permittivitas untuk zat padat dan zat cair selalu lebih besar dari 1.

c). Sudut Kerugian Dielektrik

Pada saat bahan isolasi diberi tegangan bolak-balik, maka terdapat energi yang diserap oleh bahan tersebut. Akibatnya terdapat faktor kapasitor. Hubungan vektoris antara tegangan dan arus pada bahan isolasi seperti gambar dibawah ini pada gambar 1. Besarnya kerugian yang diserap bahan isolasi adalah berbanding lurus dengan tegangan (V), frekuensi (Hz), kapasitansi C farad, dan sudut kerugian dielektrik tanδ, seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut.



Gambar 1. Hubungan Ic = f (Ir)

$$P = V \cdot 2\pi \cdot f \cdot C \cdot \tan \delta \dots\dots\dots(3)$$

Sehingga :

$$\tan \delta = \frac{P}{V^2 2\pi \cdot f \cdot C} \dots\dots\dots(4)$$

Dari persamaan diatas terlihat bahwa makin besar tegangan, frekuensi dan kapasitansi untuk kerugian yang sama, maka makin kecil haraga tanδ atau makin kecil sudut antara arus kapasitif IC dengan arus total I dan makin besar sudut antara arus resistif Ir dengan arus total I.

Mengingat luasnya pemakaian bahan penyekat, maka dipertimbangkan kekuatan struktur bahannya. Dengan demikian, dapat dibatasi hal-hal penyebab kerusakan dikarenakan kesalahan pemakaiannya. Misal diperlukan bahan yang tahan tarikan, maka kita harus menggunakan bahan dari kain daripada kertas. Bahan kain lebih kuat terhadap tarikan daripada bahan kertas.

Kekuatan mekanis bahan-bahan isolasi maupun logam adalah kemampuan menahan beban dari dalam atau luar, pada prakteknya adalah beban tarik dan tekan. Jika suatu bahan dengan penampang A cm<sup>2</sup> ditarik dengan suatu gaya tarik yang bertambah secara perlahan, maka bahan tersebut akan putus pada gaya tarik tertentu

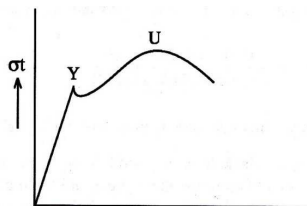
sebesar Pt kg. Dalam hal ini *stress* atau tegangan tarik bahan  $\sigma_t$  adalah seperti ditunjukkan pada persamaan 5.

$$\sigma_t = \frac{P_t}{S} \dots\dots\dots(5)$$

Penambahan panjang bahan sebelum putus  $\Delta l$  dibagi dengan panjang mula-mula  $l$  disebut penambahan panjang relatif bahan atau strain  $\epsilon$  adalah :

$$\sigma_t = \frac{\Delta l}{l} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

Untuk besi tempa dan sejumlah baja tertentu tarikan dan pemanjangannya memperlihatkan kurva diskontinuitas, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva  $\sigma = f(\epsilon)$  baja lunak

Setelah titik Y, penambahan panjang tanpa memerlukan penambahan gaya atau hanya mungkin kecil saja. Gejala ini terjadi sekitar 5% hingga 7% dari panjang mula-mula  $l$ .

Titik Y disebut titik lumer (*yield point*) suatu bahan, sedangkan tegangan yang menjadikan bahan lumer disebut tegangan lumer (*yield stress*) yang besarnya adalah :

$$\sigma_y = \frac{P_y}{S} \dots\dots\dots(7)$$

dimana,

- $P_y$  = Gaya yang menyebabkan bahan menyerah (kg)
- $S$  = Luas penampang mula-mula ( $m^2$ )

Panas yang ditimbulkan dari dalam oleh arus listrik atau oleh arus gaya magnet, berpengaruh terhadap kekuatan bahan penyekat. Dalam hal ini, kalau panas yang ditimbulkan cukup tinggi, maka penyekat yang digunakan harus tepat. Adanya panas juga harus dipertimbangkan, agar tidak merusak bahan penyekat yang digunakan.

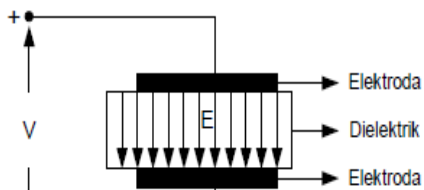
Pada penghantar yang dilewati arus listrik selalu terjadi kerugian daya, kerugian daya ini selanjutnya didisipasikan dalam bentuk energi panas. Untuk itu perlu dipelajari pengaruh panas terhadap bahan-bahan isolasi karena panas dapat mempengaruhi bahan isolasi dalam hal sifat kelistrikan, kekuatan mekanis, kekerasan, viskositas, ketahanan terhadap pengaruh kimia dan sebagainya. Suatu bahan isolasi dapat rusak yang disebabkan panas dalam kurun waktu tertentu. Waktu tersebut dikatakan sebagai umur panas bahan isolasi. Sedangkan kemampuan bahan menahan suatu panas tanpa terjadi kerusakan disebut ketahanan panas (*heat resistance*).

Panas yang tinggi yang diterima oleh bahan penyekat dapat mengakibatkan perubahan susunan kimia bahan. Demikian juga pengaruh adanya kelembaban udara, basah yang ada di sekitar bahan penyekat. Jika kelembaban tidak dapat dihindari, haruslah dipilih bahan penyekat yang tahan terhadap air. Demikian juga adanya zat-zat lain dapat merusak struktur kimia bahan. Mengingat adanya bermacam-macam asal, sifat dan ciri bahan penyekat, maka untuk memudahkan kita dalam memilih untuk aplikasi dalam kelistrikan, kita akan membagi bahan penyekat berdasar kelompoknya. Pembagian kelompok bahan penyekat adalah sebagai berikut : Bahan tambang (batu pualam, asbes, mika, dan sebagainya), bahan berserat (benang, kain, kertas, prespon, kayu, dan sebagainya), gelas dan keramik, plastik, karet, bakelit, ebonit, dan sebagainya serta bahan yang dipadatkan.

Salah satu tujuan dari pengujian tegangan tinggi adalah untuk meneliti sifat-sifat listrik dielektrik bahan yang telah dipakai sebagai bahan isolasi peralatan listrik maupun yang masih dalam tahap penelitian. Adapun sifat-sifat elektrik bahan dielektrik adalah : kekuatan dielektrik, konduktansi, rugi-rugi dielektrik, tahanan isolasi dan peluhan parsial

Dalam penelitian ini sifat elektrik yang akan dibahas adalah sifat kekuatan

dielektrik bahan isolasi. Suatu bahan dielektrik tidak mempunyai elektron bebas, tetapi mempunyai elektron-elektron yang terikat pada inti atom unsur yang membentuk dielektrik tersebut. Pada Gambar 1 diperlihatkan suatu bahan dielektrik yang ditempatkan di antara dua elektroda piring sejajar. Bila elektroda diberi tegangan searah, maka timbul medan elektrik ( $E$ ) di dalam dielektrik. Medan elektrik ini memberi gaya kepada elektron-elektron agar terlepas dari ikatannya dan menjadi elektron bebas. Dengan kata lain, medan elektrik merupakan suatu beban bagi dielektrik yang menekan dielektrik agar berubah menjadi konduktor. Beban yang dipikul dielektrik ini disebut juga terpaan medan elektrik (Volt/cm). Setiap dielektrik mempunyai batas kekuatan untuk memikul terpaan elektrik.



Gambar 3. Terpaan Elektrik Dalam Dielektrik

Jika terpaan elektrik yang dipikulnya melebihi batas yang diizinkan dan berlangsung cukup lama, maka dielektrik akan menghantarkan arus atau gagal melaksanakan fungsinya sebagai isolator. Dalam hal ini dielektrik dikatakan tembus listrik atau "breakdown". Terpaan elektrik tertinggi yang dapat dipikul suatu dielektrik tanpa menimbulkan dielektrik tembus listrik disebut kekuatan dielektrik. Tidak selamanya terpaan elektrik dapat menimbulkan tembus listrik, tetapi ada dua syarat yang harus dipenuhi, yaitu :

- Terpaan elektrik yang dipikul dielektrik harus lebih besar atau sama dengan kekuatan dielektriknya.
- Lama terpaan elektrik berlangsung lebih besar atau sama dengan waktu tunda tembus dari dielektrik.

Istilah tegangan tembus atau kegagalan listrik (*electrical breakdown*), atau dadalan elektrik, memiliki sejumlah

lah arti. Istilah ini bisa berarti gangguan pada sebuah sirkuit listrik. Tegangan tembus bisa pula berarti berkurangnya hambatan dengan amat pesat pada sebuah isolator elektrik yang menyebabkan lompatan bunga api listrik di sekeliling atau di sepanjang isolator. Peristiwa ini bisa hanya bersifat sementara (seperti dalam sebuah pengosongan elektrostatik), atau bisa pula menyebabkan pengosongan busur elektrik yang berlangsung terus-menerus jika piranti pelindung gagal merintang aris dalam sebuah sirkuit daya tinggi.

Tegangan tembus (*electrical breakdown*) yang kedua merujuk pada kegagalan isolatornya sebuah kabel listrik atau komponen listrik yang lain. Kegagalan seperti ini biasanya mengakibatkan hubungan pendek atau sekering yang meledak. Ini terjadi pada tegangan dadal. Kegagalan isolator yang sesungguhnya sering terjadi dalam penerapan tegangan tinggi yang kadang-kadang menyebabkan pembukaan sebuah pemutus sirkuit pelindung.

Tegangan tersebut sering pula diasosiasikan dengan kegagalannya bahan isolasi padat atau cair yang digunakan dalam kondensator maupun transformator tegangan tinggi di kabel distribusi listrik, juga bisa terjadi di sepanjang sejumlah dawai isolator yang dipasang pada saluran listrik, di dalam kabel listrik bawah tanah, atau kabel yang membusur pada cabang pohon terdekat. Dalam tekanan listrik yang cukup kuat, *electrical breakdown* bisa berlangsung di dalam zat padat, cair, atau gas. Namun, mekanisme kegagalan yang spesifik sangat berbeda di setiap fase dielektrik. Kesemua ini menyebabkan kerusakan instrumen yang membahayakan bagi alat tersebut.

Kegagalan isolasi adalah kondisi dimana suatu isolator tidak dapat berfungsi sebagai isolasi karena tidak mampu menanggung tegangan yang ditahannya. Berdasarkan atas kebutuhan dan norma atau standar yang berlaku maka pokok-pokok pengujian yang harus dilakukan ditentukan oleh spesimen yang diuji. Pengujian-pengujian tersebut tentunya sudah dapat

diterapkan pada alat-alat konvensional, misalnya pada isolator padat.

Pada isolator padat, terjadinya kegagalan dapat dibedakan dalam 2 kategori yaitu kegagalan tembus yang berupa *puncture* (tembus) dan kegagalan permukaan yang berupa *flashover* (loncatan api). Kegagalan berupa tembus berkaitan dengan adanya rongga udara pada isolator yang menyebabkan *partial discharge*. Rongga udara ini muncul ketika ada udara yang terjebak saat pembuatan isolator tersebut. Berbeda dengan kegagalan tembus, kegagalan *flashover* biasanya ditandai dengan adanya loncatan busur api dari kedua elektroda yang mengapit isolator tersebut. Munculnya busur api dipengaruhi oleh lingkungan di sekitar isolator dan kondisi permukaan isolator.

### PEMBAHASAN

Pada pengujian tegangan tembus untuk keramik merk platinum dengan luas 10 cm x 10 cm dengan ketebalan 0,7 cm, suhu udara disekitarnya 29,7 °C, tekanan udara 989 mB dan kelembaban udara 77%. Pengujian dilakukan sebanyak 8 kali pengujian yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

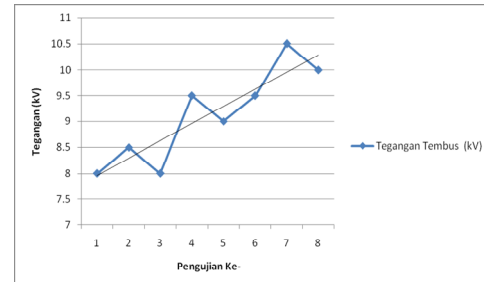
Tabel 1. Tabel pengujian tegangan tembus dengan isolator keramik platinum

Isolator		Keramik Platinum		Keterangan
Dimensi isolator		Tebal = 0,7 cm		
		Luas =10 cm x10 cm		
Pengujian Ke -	Pri Voltage (Volt)	Tegangan Tembus kV AC		
1	15-18	7,5		Tembus
2	15-18	7,5		Tembus
3	15-18	7		Tembus
4	18-20	8		Tembus
5	18-20	8,5		Tembus
6	18-20	8		Tembus
7	20-25	9		Tembus
8	20-25	9,5		Tembus
Tegangan Tembus rata-rata kV)AC		8,12		-

Adanya pengaruh keadaan lingkungan disekitar isolator yang berbeda-beda diseluruh dunia ini membuat setiap perhitungan tegangan gagal memerlukan suatu faktor koreksi untuk

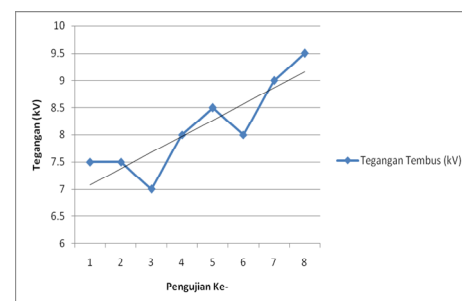
mendapatkan hasil tegangan gagal standarnya. Untuk mendapatkan tegangan gagal standar, maka dilakukan suatu koreksi dengan menggunakan suhu, tekanan udara dan kelembaban ketika tegangan gagal tersebut diperoleh.

Hasil analisis diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik tegangan tembus keramik merk platinum

Tabel 2. Tabel pengujian tegangan tembus dengan isolator keramik milan



Gambar 5. Grafik Tegangan tembus keramik merk Milan.

Pengujian tegangan tembus untuk keramik merk milan dengan luas dan ketebalan yang sama dengan merk platinum yakni 10 cm x 10 cm dengan ketebalan 0,7 cm, suhu udara disekitarnya 29,1 °C, tekanan udara 990 mB dan kelembaban udara 79%. dapat dilihat pada tabel 2.

Dan yang terakhir untuk pengujian tegangan tembus merk essenza dengan luas 10 cm x 10 cm dengan ketebalan 0,7 cm, suhu udara disekitarnya 29,9 °C, tekanan udara 989 mB dan kelembaban udara 66%. Pengujian dilakukan sebanyak 8 kali pengujian yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Tabel pengujian tegangan tembus dengan isolator keramik essenza

Isolator		Keramik Essenza		Keterangan
Dimensi isolator		Tebal = 0,7 cm		
Pengujian Ke -	Pri Voltage(volt)	Luas =10 cm x10 cm	Tegangan Tembus kV AC	
1	15-100		38	Flashover
2	15-100		38,5	Flashover
3	15-100		38,5	Flashover
4	100-105		39	Flashover
5	100-105		39	Flashover
6	100-105		39,5	Flashover
7	105-110		40	Flashover
8	105-110		42	Flashover
Tegangan Tembus Rata-rata kV)AC			39,68	-

Dari beberapa hasil pengujian merk keramik tersebut dapat

ditabelkan besarnya tegangan tembus rata-rata sebagai berikut :

Tabel 4. Tegangan tembus rata-rata hasil pengujian

Merk Keramik	Tegangan tembus rata-rata saat pengujian (kV)	Suhu Udara (OC)	Tekanan Udara (mB)	Kelembaban Udara (%)
Platinum	8,12	29,7	989	77
Milan	9,12	29,1	990	79
Essenza	39,68	29,9	989	66

Nilai tegangan gagal standart dengan faktor koreksi suhu dan tekanan udara dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_s = \frac{V_B}{d}$$

Dimana : VS = tegangan lompatan pada keadaan standart

VB = tegangan lompatan yang diukur pada keadaan sebenarnya

d = kepadatan udara relatif (relative

air density)

Sedangkan kepadatan udara relatif memiliki persamaan:

$$d = \frac{b_B}{760} \times \frac{273+20}{273+t_B}$$

Dimana :

b<sub>B</sub> = Tekanan udara saat pengujian

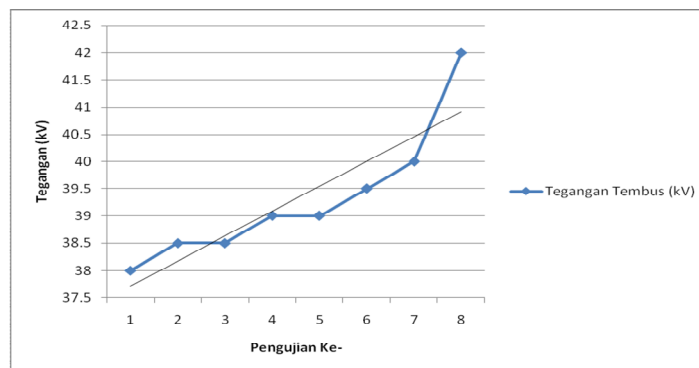
t<sub>B</sub> = Suhu udara saat pengujian (°C)

Dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) maka akan diperoleh nilai

tegangan tembus standart sebagai berikut :

Tabel 4. Tegangan tembus standard hasil perhitungan

Merk Keramik	Nilai tegangan tembus standard (kV)
Platinum	6,447
Milan	8,890
Essenza	31,524



Gambar 6 Grafik Tegangan awal terhadap tegangan tembus

## KESIMPULAN

Dengan hasil penelitian dan pembahansan mengenai tegangan tembus yang terjadi pada isolator keramik, dapat disimpulkan :

Dari pengujian tegangan tembus yang telah dilakukan, keramik merk platinum dan merk milan memberikan hasil tegangan tembus sebesar 8,12kV dan 9,12kV, hal ini hanya beda selisih 1kV lebih besar dari pada keramik merk platinum.

Untuk pengujian tegangan tembus bahan keramik merk essenza memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tinggi sebesar 39,68kV sehingga terjadi *flashover* atau percikan api melalui dinding keramik tersebut.

Keramik merk milan dan merk platinum paling mudah ditembus oleh tegangan. Hal ini dikarenakan adanya rongga-rongga yang ada pada keramik dan tidak rapat atau padat bahan keramik tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

Abduh, Syamsir, 2003, "Teori Kegagalan Isolasi", Universitas Trisakti.

Adnan, Ross Suparta, 2006, "Rekan Bahan Keramik (Jilid I)", Institut Teknologi Bandung.

Adi, Nugroho, 2010, Skripsi "Karakteristik Arus Bocor Lantai Keramik Rumah Tangga", Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.

Ariawan,Putu Rusdi, 2010 , "Analisis Kegagalan Minyak Transformator", Universitas udayana Denpasar.

Artono Arismunandar, 1983, "Teknik Tegangan Tinggi" Fakultas Teknik UI

Budi,Sasmito, 2006, Skripsi "Pengujian Sifat Dielektrik Bahan Isolasi Cair (Minyak)", Jurusan Elektro, Fakultas Teknik Industri, Institut Sains &Teknologi Akprind, Yogyakarta.

Hanung Sayogi, 2010, "Analisis Mekanisme Kegagalan Isolasi Pada Minyak Trafo Menggunakan Elektroda Berpolaritas Berbeda Pada Jarum – Bidang" , Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang

Muhaimin, 1999, "Bahan-Bahan Listrik", Pradnya Paramita, Jakarta.