

ANALISIS PENGUJIAN BAHAN ISOLASI RESIN EPOKSI DENGAN PENGISIAN SILIKA DARI ABU SEKAM PADI

Jeronimo Espirito Santo¹, Muhammad Suyanto², Subandi³
Jurusan Teknik Elektro IST AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak 28 Komplek Balapan Tromol Pos 45 Yogyakarta 55222
Telp (0274) 563029
Email¹ : jerosanto19@gmail.com

INTISARI

Isolasi berfungsi untuk memisahkan bagian yang mempunyai beda tegangan agar supaya diantara bagian-bagian tersebut tidak terjadi lompatan bunga listrik (*flashover*) atau percikan (*spark-over*). Kegagalan isolasi pada peralatan tegangan tinggi yang terjadi pada saat peralatan sedang beroperasi bisa menyebabkan kerusakan alat sehingga kontyunitas sistem menjadi terganggu.

Pengujian tentang bahan isolasi pada umumnya sudah banyak dilakukan. Namun, masih minim yang melakukan pengujian tentang bahan isolasi resin epoksi dengan pengisian silika dari abu sekam padi dalam uji bentuk kering dan uji bentuk basah. Maka pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan dan karakteristik dari bahan isolasi resin epoksi dengan pengisian silika dari abu sekam padi dalam uji bentuk kering dan uji bentuk basah. Artinya sejauh mana bahan isolasi resin epoksi dengan pengisian silika dari abu sekam padi dalam uji bentuk kering dan uji bentuk basah ini dapat bekerja.

Berdasarkan hasil pengujian perbandingan bahan isolasi dengan pengisian silika dari abu sekam padi dalam uji bentuk kering dan uji bentuk basah, untuk ukuran masing-masing 10 x 10 x 2 mm, 10 x 10 x 4 mm, 10 x 10 x 6 mm, 10 x 10 x 8 mm, 10 x 10 x 10 mm dapat diketahui bahwa bahan isolasi yang baik digunakan yaitu bahan isolasi kering dengan jumlah rata-rata 32.2, 36.8, 45, 46.2, dan 48.8 kV dibandingkan dengan bahan isolasi basah dengan jumlah rata-rata 30.4, 31, 32.9, 36.3 dan 42.4 kV.

Kata kunci : Pengujian, Resin Epoksi, Silika, Abu Sekam Padi, Tegangan Flashover .

ABSTRACT

Isolation functions to separate the parts that have different voltages so that between these parts there is no flashover or spark (over-spark). Failure to isolate the high voltage equipment that occurs when the equipment is in operation can cause damage to the equipment so that the system becomes compromised.

Testing of insulation materials in general has been done a lot. However, there was still minimal testing of epoxy resin insulating material by filling silica from rice husk ash in the dry form test and wet form test. So this test was conducted to determine the ability and characteristics of epoxy resin insulating material by filling silica from rice husk ash in the dry form test and wet form test. This means the extent to which the epoxy resin insulating material by filling silica from rice husk ash in the dry form test and wet form test can work.

Based on the results of comparison testing of insulating material with silica filling from rice husk ash in the dry form test and wet form test, for the size of each 10 x 10 x 2 mm, 10 x 10 x 4 mm, 10 x 10 x 6 mm, 10 x 10 x 8 mm, 10 x 10 x 10 mm, it can be seen that good insulation materials are used, namely dry insulation materials with an average number of 32.2, 36.8, 45, 46.2, and 48.8 kV compared to wet insulation materials with an average amount of 30.4, 31, 32.9, 36.3 and 42.4 kV.

KEYWORDS: Testing, Epoxy Resin, Silica, Rice Husk Ash, Flashover Voltage.

I. PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari semakin bertambah luas. Karena itu, perluasan jaringan listrik untuk menjamin penyaluran energi listrik ini merupakan suatu keharusan. Masalah yang timbul kemudian adalah persyaratan teknis, ekonomis, energi dan lingkungan yang harus dipenuhi oleh jaringan dan peralatannya. Isolator peralatan teknik tegangan tinggi mutlak diperlukan, terutama untuk memisahkan bagian yang bertegangan (penghantar) dengan bagian lain, didukung oleh pengetahuan tentang desain, keamanan, serta kendala dari isolator, ditambah lagi pengetahuan tentang sifat fisik dari bahan isolasi yang akan menentukan sifat dielektrik dari bahan isolator. Dengan perencanaan memperbaiki kendala sistem tenaga listrik secara keseluruhan beserta dengan nilai ekonomisnya.[1]

Bahan isolasi yang banyak digunakan di Indonesia sampai saat ini adalah bahan isolasi keramik dan gelas. Kelebihan isolator jenis ini adalah harganya yang cukup murah dibandingkan dengan isolator polimer. Selain itu juga mempunyai sifat thermal yang baik (seperti tahan akan panas). Namun isolator jenis ini memiliki kelemahan dari segi mekanis yaitu berat dan permukaannya yang bersifat menyerap air (hygroscopic) sehingga lebih mudah terjadi arus bocor pada permukaan yang akhirnya dapat menyebabkan kegagalan isolasi.[2]

Dalam tugas akhir pembuatan bahan isolasi dengan pengisian silika dari abu sekam padi ini peneliti memilih bahan epoksi resin sebagai bahan dasar karena :

Resin Epoksi

Polimer adalah salah satu bahan rekayasa bukan logam (*non-metallic*

material) yang penting. Sedangkan resin epoksi sebagai polimer merupakan polimer non-vinil. Sampel uji yang digunakan pada penelitian merupakan bahan dari material resin epoksi dengan jenis *Diglycidil Ether of Bisphenol A* dengan agen pematangan berupa *Methaphenylene Diamine*. Bahan polimer resin epoksi yang digunakan dengan nama pasar PONAL satu paket yang terdiri dari resin dan hardener. dengan nilai perbandingan skiometrik 1:1, dengan ukuran 10 x 10 dengan 5 variasi yang berbeda yaitu 2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm dan 10 mm, setiap bahan uji mempunyai 3 keping bahan uji.



Gambar 1. Epoksi resin dan epoksi hardener

Pemilihan silika dari abu sekam padi sebagai bahan pengisi, dikarenakan selama ini abu sekam padi pada umumnya hanya digunakan sebagai abu gosok, bahan bakar terutama pada industri pembuatan batu bata, bahan dekorasi atau bahan dibuang ke kandang hewan. sekam padi apabila dibakar pada suhu antara 500°C s/d 700°C dalam waktu 1 sampai 2 jam ternyata mengandung banyak *silika amorf*. Dan dalam kaitannya dengan ketenagaan listrikan silika biasanya digunakan sebagai bahan pengisi dalam pembuatan isolator tegangan tinggi. Komponen penting dari sebuah isolasi dalam hal ini bahan pengisian abu sekam padi

adalah kuat, tahan panas dan tidak mudah diserap air.



Gambar 2. Silika dari abu sekam padi

Volume Campuran untuk bahan uji adalah 100 % yaitu 90% Resin Epoksi 90% epoksi Hardener dan 10% silika dari abu sekam padi.

Maksud dari pengujian yang dilakukan adalah untuk mendapatkan bahan isolasi dengan kemampuan yang baik, atau untuk kerja yang tinggi, baik dari segi elektris maupun dari segi mekanis, maka dapat ditentukan tujuan penelitian sebagai berikut :

Melakukan perbandingan hasil analisis karakteristik bahan isolasi epoksi resin dengan pengisian silika dari abu sekam padi dalam uji bentuk kering dan basah.

Metodologi Pengujian

Uji laboratorium yang di laksanakan dengan menggunakan pembangkit tegangan tinggi 100kv yang di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi lantai 2 Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi UGM. Pengujian dilakukan dengan maksud untuk mendapatkan nilai *real* dari jawaban hipotesa sebelumnya, sehingga nantinya

dapat diambil keputusan berdasarkan analisis data di laboratorium.

Proses pembuatan bahan uji.

1. Penimbangan dan Pencampuran

Dalam proses penimbangan berat dari bahan pengisi dan resin epoksi agar sesuai dengan variasi yang telah di tentukan, dan tempat pencampuran bahan yang berupa wadah untuk proses pengadukan campuran antara bahan pengisi, dan resin epoksi untuk kemudian dimasukkan ke alat pencetak.

2. Alat Pencetak Bahan Uji

Peralatan dari bahan kaca yang dilapisi plastik mika agar tidak lengket atau melekat pada kaca dan permukaan tetap licin, serta seperangkat alat cetak yang dapat memuat 3 bahan uji dengan ukuran sesuai variasi yang sudah ditentukan.

3. Penuangan ke cetakan

Campuran yang telah diaduk tadi dituangkan kedalam cetakan yang sudah disiapkan kemudian ditutup dengan penutup yang telah disediakan, dan dijepit menggunakan penjepit khusus.

4. Pengeringan

Bahan uji yang telah dituangkan dan *void* yang telah dihilangkan, akan dibiarkan selama kurang lebih 24 jam untuk mendapatkan bahan uji yang benar-benar kering. Setelah kurang lebih 24 jam maka cetakan segera dibongkar kemudian dilakukan pemotongan bahan uji yang telah kering tadi dengan ukuran yang sudah ditentukan.

Alat Pengujian
Pembangkit Tegangan Tinggi
AC 100 kV

Pembangkit tegangan tinggi AC berfungsi untuk menghasilkan tegangan tinggi AC. Yang digunakan untuk melakukan pengujian bahan isolasi resin epoksi dengan pengisian silika dari abu sekam padi.

1. Transformator step-up “Cassade Conection”

Tegangan primer	: 220 V
Tegangan sekunder	: 100 kV
Ratio Trafo	: 1/466
Kapasitas Output	: 10 Kva
Frekuensi	: 50 Hz

Trafo pada pembangkit tegangan tinggi AC berfungsi untuk mengubah tegangan dengan nilai tertentu ketegangan dengan nilai yang berbeda, dalam hal ini pada trafo step-up yaitu menaikkan tegangan. Trafo pada pengujian ini memiliki beberapa ciri, seperti memiliki perbandingan lilitan yang besar sehingga mampu mengubah tegangan input PLN (220 V) menjadi tegangan yang sangat tinggi (100 kV), memiliki kapasitas daya (VA) yang rendah (10 kVA) jika dibandingkan dengan trafo komersial karena untuk pengujian tegangan tinggi tidak diperlakukan daya yang besar, dan trafo yang digunakan adalah trafo satu fase.

2. Panel Kontrol

- Mengendalikan tegangan sehingga sesuai dengan level tegangan yang diuji
- Voltmeter AC untuk mengetahui tegangan output transformator

3. Tongkat Pentanahan (Grounding)

Salah satu bagian terpenting dalam pembangkit dan pengujian tegangan tinggi AC ataupun DC adalah tongkat pentanahan (grounding) tongkat pentanahan digunakan untuk perlindungan terhadap sisa tegangan

yang masih ada dalam rangkaian pengujian. Dengan tongkat pentanahan, arus dialirkan langsung ketanah. Pada saat bersentuhan langsung dengan peralatan uji, maka pastikan tongkat pentanahan terhubung pada rangkaian agar tidak terjadi aliran arus yang tidak diinginkan.

4. Elektroda Batang dan Peyangga Elektroda

Elektroda batang digunakan sebagai elektroda pengujian sesuai standar IEC 60626-1, 1995 mengenai metode pengujian kekuatan dielektrik dari material isolasi. Dengan ukuran elektroda batang yaitu 1.5 x 1.5 cm.

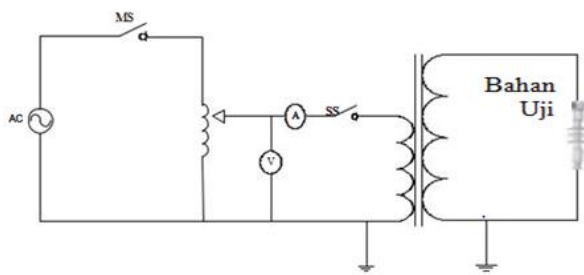
Untuk menyangga elektroda maka dibutuhkan suatu dukungan atau peyangga elektroda. Penyangga tersebut tidak hanya dapat menyangga elektroda batang saja, tetapi juga jenis elektroda lain seperti : elektroda jarum, bola, cakram dan lainnya.

5. Multimeter Digital

Multimeter pada pengujian digunakan untuk mengukur besar tegangan pada trafo. Pada pengujian ini multimeter terhubung dengan sisi primer trafo. Untuk mengetahui nilai tegangan sekunder trafo atau tegangan output, maka nilai terukur pada sisi primer atau yang terukur pada multimeter dikalikan dengan rasio trafo (1:466).

6. Proses Pengujian

Pengujian bertujuan untuk melihat kemampuan isolasi dari jenis bahan yang dipilih untuk menjadi bahan uji. Bahan uji pada penelitian dilakukan dalam 2 bentuk pengujian yaitu uji bentuk kering dan uji bentuk basah.



Gambar 3. Skema pengujian tegangan flashover.

Metode Kalibrasi

Menurut ISO/IEC Guide 17025:2005 dan Vocabulary of International Metrology (VIM) adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu.

Berdasarkan metode kalibrasi yang telah ditentukan di atas, pengujian menggunakan Multimeter Digital sebagai alat ukur sekaligus sebagai standarisasi pengujian. Disamping alat ukur multimeter ada juga alat ukur lain seperti Alat ukur Termometer, borometer dan Hygrometer.

Pengujian dalam Bentuk Uji Kering

Pengujian yang dimaksud dengan uji kering ini adalah pengujian yang dilakukan tanpa disemprotkan air aquades (air Destilasi). Pengujian ini bertujuan untuk melihat kemampuan bahan isolasi dan tegangan gagal dari bahan yang diuji dalam bentuk uji kering.

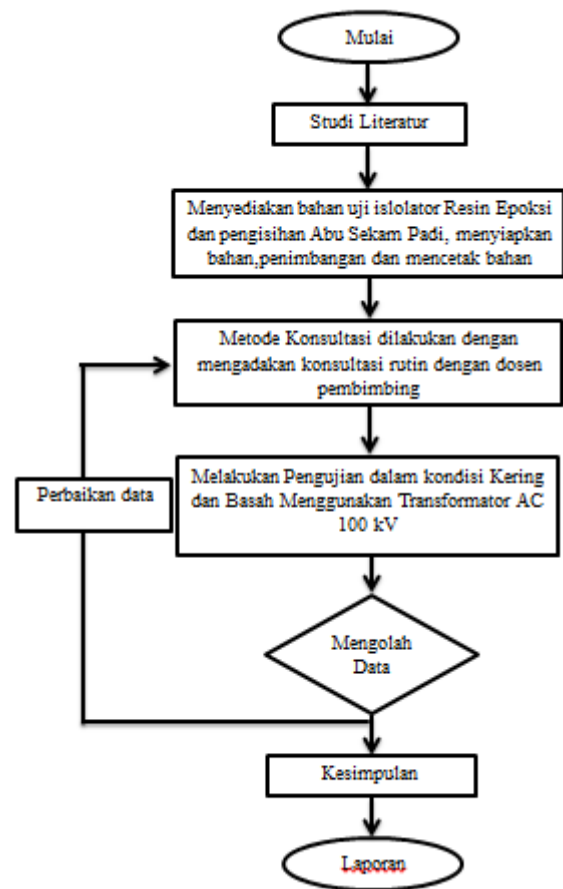


Diagram Alur Penelitian

Pengujian dalam Bentuk Uji Basah

pengujian yang dilakukan dengan disemprotkan air aquades (air Destilasi). Pengujian ini bertujuan untuk melihat kemampuan bahan isolasi dan tegangan Flashover dari bahan uji dalam uji bentuk basah.

Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian bahan isolasi resin epoksi dengan pengisian silika dari abu sekam padi berukuran 10 x 10 cm setiap bahan uji berjumlah 3 keping bahan uji dengan ketebalan yang bervariasi yaitu mulai 2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm dan 10 mm. Bahan Uji ini dibagi dalam 2 bentuk pengujian yaitu Uji bentuk kondisi kering dan uji bentuk kondisi basah.

1. Hasil Pengujian dalam Bentuk Uji Kering

Tabel 3.1 Data Hasil Pengujian dalam Bentuk Uji Kering

No	Bahan Uji mm	Tegangan Flashover (kV) ukuran 10x10x2,4,6,8,10 (mm)		
		1	2	3
1	2	31.8	31.1	31.8
		31.8	30.9	31.1
		29.9	36.4	35.2
2	4	36.9	36.4	35.2
		38.7	37	36.9
		37	35.3	37.5
3	6	39.2	45.2	44.4
		43.7	40.8	42.2
		43.9	45.8	41.9
4	8	45.7	47.5	46.6
		45.6	46.4	46.5
		46.5	48	43.5
5	10	49.8	49.2	49.4
		47.6	49.3	49.8
		48.2	48.7	47.8

Tabel 3.2 Data Hasil Pengujian dalam Bentuk Uji Basah

No	Bahan Uji mm	Tegangan Flashover (kV) ukuran 10x10x2,4,6,8,10 (mm)		
		1	2	3
1	2	32.4	28.3	28.2
		31.5	31.7	31.3
		32.2	28	30.3
2	4	28.3	32.4	30.9
		30.6	31.5	31
		30.7	34.5	33.1
3	6	32.6	32.2	31.3
		29.7	35.5	34.3
		32.6	31.7	37.1

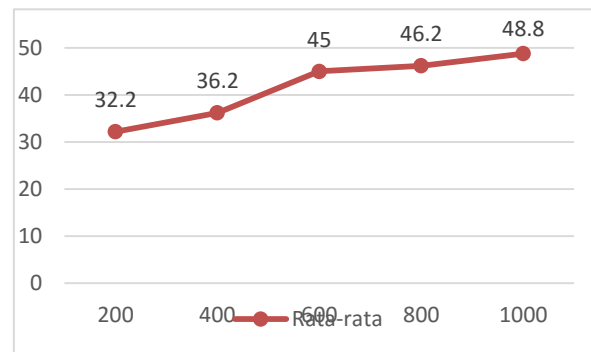
4	8	31.5	32.6	36.8
		31.5	37.8	44.5
		33.4	34.6	45
5	10	40.9	39.4	43
		41.8	44.1	43.5
		42.8	44.3	42.4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Hasil jumlah volume dan rata-rata pengujian dalam bentuk uji kering.

Tabel 4.1 Hasil jumlah volume dan rata-rata pengujian dalam bentuk uji kering.

No	Bahan Uji (mm)	Volume bahan resin epoksi	Hasil pengujian rata-rata (kV)
1	2	200	32.2
2	4	400	36.2
3	6	600	45
4	8	800	46.2
5	10	1000	48.8

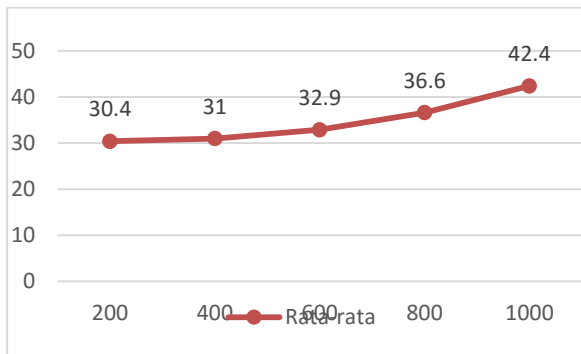


Gambar 4.1 Grafik tegangan flashover (kV) bahan isolasi dalam bentuk uji kering.

2. Hasil jumlah volume dan rata-rata pengujian dalam bentuk uji basah.

Tabel 4.2 Hasil jumlah volume dan rata-rata pengujian dalam bentuk uji basah.

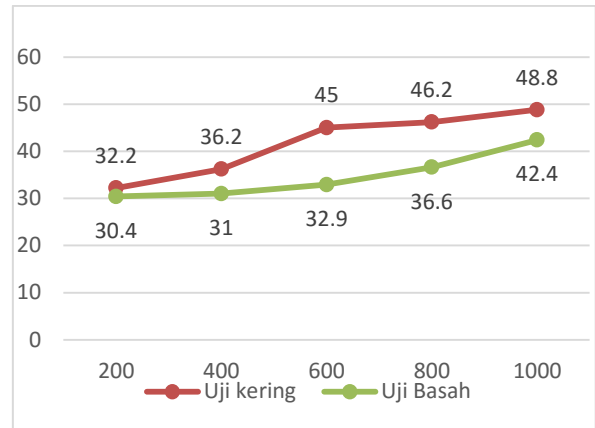
No	Bahan Uji (mm)	Volume bahan resin epoksi	Hasil pengujian rata-rata (kV)
1	2	200	30.4
2	4	400	31
3	6	600	32.9
4	8	800	36.3
5	10	1000	42.4



Gambar 4.2 Grafik tegangan flashover (kV) bahan isolasi dalam bentuk uji kering.

Tabel 4.3 hasil jumlah Volume dan Rata-rata pengujian bahan dalam bentuk uji kering dan bahan dalam bentuk uji basah.

Volume	Jumlah Rata – rata (kV)	
	Hasil pengujian rata-rata dalam bentuk uji kering	Hasil pengujian rata-rata dalam bentuk uji basah
200	32.2	30.4
400	36.8	31
600	45	32.9
800	46.2	36.3
1000	48.8	42.4



Gambar 4.3 Grafik perbandingan pengujian bahan isolasi resin epoksi dengan pengisian silika dari abu sekam padi dalam bentuk uji kering dan bentuk uji basah.

KESIMPULAN

1. Pada ukuran dan ketebalan yang sama 10 x 10 x 2 mm untuk jenis :
bahan isolasi dalam bentuk uji kering rata-rata pengujian tegangan flashover yaitu 32.2 kV, bahan isolasi dalam bentuk uji basah rata-rata pengujian tegangan flashover yaitu 30.4 kV.
2. Pada ukuran dan ketebalan yang sama 10 x 10 x 4 mm untuk jenis :
bahan isolasi dalam bentuk uji kering rata-rata pengujian tegangan flashover yaitu 36.8 kV, bahan isolasi dalam bentuk uji basah rata-rata pengujian tegangan flashover yaitu 32.9 kV.
3. Pada ukuran dan ketebalan yang sama 10 x 10 x 6 mm untuk jenis :
bahan isolasi dalam bentuk uji kering rata-rata pengujian tegangan flashover yaitu 45 kV, bahan isolasi dalam bentuk uji basah rata-rata pengujian tegangan flashover yaitu 31 kV.

4. Pada ukuran dan ketebalan yang sama 10 x 10 x 8 mm untuk jenis :

bahan isolasi dalam bentuk uji kering rata-rata pengujian tegangan flashover yaitu 46.2 kV, bahan isolasi dalam bentuk uji basah rata-rata pengujian tegangan flashover yaitu 36.3 kV.

5. Pada ukuran dan ketebalan yang sama 10 x 10 x 10 mm untuk jenis :

bahan isolasi dalam bentuk uji kering rata-rata pengujian tegangan flashover yaitu 48.8 kV, bahan isolasi dalam bentuk uji basah rata-rata pengujian tegangan flashover yaitu 42.4 kV.

6. Semakin besar luas penampang atau diameter pada suatu bahan isolasi maka akan semakin baik pula nilai dan ketahanan pada bahan isolasi tersebut. Dan pada pengujian ini nilai ketahanan dan nilai isolator pada suatu bahan isolasi dapat diketahui bahwa bahan isolasi yang baik digunakan yaitu bahan isolasi yang kering dibandingkan dengan bahan isolasi basah.

SARAN

1. Untuk penelitian selanjutnya, agar diperoleh perbandingan yang lebih luas maka perlu dilakukan penelitian terhadap beberapa bahan isolasi lainnya.
2. Untuk penelitian judul yang sama diharapkan bahan isolasi resin epoksi dengan pengisian silika dari abu sekam padi sudah dibentuk menjadi isolator sesuai dengan isolator yang menjadi pembanding.
3. Perlu dilakukan lebih lanjut dalam hal ini fokus pada ketahanan dan pengaruh panas, serta pengaruh pengujian nilai tegangan flashover, kekuatan

dielektriknya untuk melihat kemampuan bahan isolasi resin epoksi dengan pengisian silika dari abu sekam padi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Adi, D.L., 2006," *Pengujian Flashover dan Degradasi Permukaan pada Material Isolasi Berbahan Dasar Resin Epoksi Dengan Pengisian Alluminium Trihydrate (ATH) dan Pasir Silika Terkontaminasi Polutan Industri Gresik*" Tugas Akhir, Universitas Gadjadara.
- [2]Arismunandar,A., 1994, "Teknik Tegangan Tinggi" Jakarta: Pradnya Paramita
- [3]Berahim, Hamzah, 2005," *Metodologi Untuk Mengkaji Kinerja Isolator Polimer Resin Epoksi Siline Sebagai Material Isolator Teknik Tegangan Tinggi di Daerah Tropis*", Disertasi Universitas Gadjadara Yogyakarta.
- [4]Chen, Wai Kai., 2004. *The Electrical Engineering Handbook*. London: Elsevier Academic Press.
- [5]Cheney, E.A, 2012 *IEEE Transmission and Distribution Conference and Exposition. High Voltage Insulator Mechanical load limitations to dielectric material damage.*
- [6]Dyah, I.S, Hermawan., Syakur Abdul, 2012 "Analisis Arus Bocor Permukaan Bahan Isolasi Resin Epoksi Silane menggunakan Metode pengukuran Inclined-Planet Tracking"
- [7]Malik,N.H., Al-Rainy,A.A., Qureshi,M.L 1998,"*Electrical Insulating in Power System*" Marcel Decker Inc, New York.

- [8]Syafriyudin.,2009,”*Pengujian Kandungan ESSD dan Sifat Hidrofobik Bahan Isolasi Resin Epoksi Dengan Pengisi Sekam Padi*”,
Jurnal.
- [9]Syafriyudin.,2012,”*Transmisi Daya Listrik*” AKPRIND PRESS,
Yogyakarta.
- [10]Trisna Amelia Fitriah. 2017 “*Pengaruh Bahan Pengisi (Filler) eceng Gondok dan Sekam Padi Pada Material Isolasi Listrik (Polymer Epoxy)*”Tesis Universitas Hasanudin Makasar.
- [11]<http://teknikelektronika.com/pengertian-transformator-prinsip-kerja-trafo/>.
- [12]<https://docplayer.info/49336038-Unjuk-kerja-isolator-20-kv-bahan-resin-epoksi-silane-silika-kondisi-basah-dan-kering.html>. Diakses pada 19 November 2018 (15.54 wib)