

ANALISIS FLASHOVER DAN WITHSTAND TEST ISOLATOR SILICONE RUBBER DAN ISOLATOR RESIN EPOKSI SISTEM DISTRIBUSI 20 kV KONDISI KERING DAN BASAH

Taryo^{1*}, Pertiwi Nurul Utami², Abdul Syakur³

¹ Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon; Pemuda Raya 32 Kesambi Cirebon; taryo@ugj.ac.id

² Teknik Elektro Jl. Srijaya Negara, Bukit Lama, Kec. Ilir Bar. I, Kota Palembang, Politeknik Negeri Sriwijaya; tiwipertiwitiwi@yahoo.com

³ Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang; Jl. Prof. Soedarto, Tembalang Semarang; syakur@undip.ac.id

Riwayat artikel:

Received: 5 September 2022

Accepted: 8 Oktober 2022

Published: 15 Januari 2023

Keywords:

Flashover, Withstand test, isolator silicone Rubber, isolator resin epoksi, kering dan basah

Correspondent Email:

taryo@ugj.ac.id

How to cite this article:

Taryo (2023). Analisis Flashover Dan Withstand Test Isolator Silicone Rubber Dan Isolator Resin Epoksi Sistem Distribusi 20 Kv Kondisi Kering Dan Basah. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 11(1).

© 2023 JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstrak. Kegagalan suatu isolator dapat terjadi karena bahan dielektrik isolator tembus listrik (*breakdown*) atas karena terjadinya lewat denyar udara pada permukaan isolator. Dalam kasus yang pertama, karakteristik listrik tidak dapat pulih seperti semula dan sebagian dari isolator mengalami kerusakan mekanis sehingga tidak dapat digunakan lagi dan harus diganti. Pada peristiwa lewat denyar, terjadi busur api yang menimbulkan pemanasan pada permukaan isolator dan menimbulkan hubungan singkat fasa-ke-tanah. Jika relai proteksi bekerja, tegangan pada isolator menjadi nol, akibatnya busur api padam. Dengan demikian, isolator tidak sempat mengalami pemanasan yang lama sehingga terhindar dari kerusakan. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah isolator *silicone rubber* (buatan pabrik) dan isolator resin epoksi 20 kV (*different shed* dan *same shed*). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan tegangan tinggi bolak-balik frekuensi 50 Hz guna mendapatkan nilai besaran flashover dan pengujian ketahanan (*withstand test*) pada isolator uji. Penggunaan tegangan tinggi dimaksudkan agar terjadi tekanan listrik (kuat medan listrik) yang cukup pada permukaan isolator. Untuk isolator resin epoksi menggunakan perbandingan bahan dasar polimer resin epoksi jenis DGEBA (*Diglycidyl Ether of Bisphenol – A*) (40%), bahan pematang atau pengeras MPDA (*Metaphenylene-diamine*) (40%), Alumina (Al₂O₃) (10%), dan abu sekam padi (10%). Faktor lingkungan seperti kondisi kering dan basah sangat berpengaruh terhadap tegangan *flashover* dan *Withstand Test*. Tegangan flashover kondisi basah lebih kecil daripada saat kondisi kering sedangkan Pengujian Ketahanan Tegangan (*Withstand Test*) tidak dipengaruhi kondisi lingkungan. Pada pengujian *flashover* kondisi kering didapat hasil isolator silicone rubber 133,8 kV; *Different Shed* 123,5 kV dan *Same shed* 125,1 kV. *Silicone Rubber* memiliki kecenderungan nilai flashover lebih tinggi dibandingkan dengan isolator lainnya salah satunya di sebabkan oleh jarak rayap isolator *silicone rubber* lebih panjang. Pada pengujian *flashover* kondisi basah didapat hasil isolator silicone rubber 124,7 kV; *Different Shed* 106,4 kV dan *Same shed* 106,4 kV. *Silicone Rubber* memiliki kecenderungan nilai flashover lebih tinggi dibandingkan dengan isolator lainnya salah satunya di sebabkan oleh jarak rayap isolator silicone rubber lebih panjang. Pada pengujian ketahanan tegangan (*Withstand Test*) kondisi kering dan basah memiliki hasil yang tidak jauh berbeda, dimana kondisi kering isolator *Silicone Rubber* empat sirip didapat hasil 45 kV, *Same shed* empat sirip didapat hasil 44 kV, dan *different shed* empat sirip didapat hasil 42 kV dan hasil pengujian kondisi basah *Silicone Rubber* empat sirip didapat hasil 45 kV, *Same shed* empat sirip didapat hasil 45 kV, dan *different shed* empat sirip didapat hasil 42 kV.

1. Pendahuluan

Ditinjau dari segi kelistrikan, isolator dan udara membentuk suatu sistem isolasi yang berfungsi untuk mengisolir suatu konduktor bertegangan dengan kerangka penyangga yang dibumikan sehingga tidak ada arus listrik yang mengalir dari konduktor tersebut ke tanah. Ada dua hal yang dapat menyebabkan sistem isolasi ini gagal melaksanakan fungsinya yaitu terjadinya tembus listrik pada udara di sekitar permukaan isolator yang disebut peristiwa lewat-denyar (*flashover*) dan tembus listrik pada isolator yang menyebabkan isolator pecah. Kegagalan suatu isolator dapat terjadi karena bahan dielektrik isolator tembus listrik (*breakdown*) atas karena terjadinya lewat denyar [1][2][4] udara pada permukaan isolator. Dalam kasus yang pertama, karakteristik listrik tidak dapat pulih seperti semula dan sebagian dari isolator mengalami kerusakan [3][5][7] mekanis sehingga tidak dapat digunakan lagi dan harus diganti. Pada peristiwa lewat denyar, terjadi busur api yang menimbulkan pemanasan pada permukaan isolator dan menimbulkan hubungan singkat fasa-ke-tanah. Jika relai proteksi bekerja, tegangan pada isolator menjadi nol, akibatnya busur api padam. Dengan demikian, isolator tidak sempat mengalami pemanasan yang lama sehingga terhindar dari kerusakan [1][15][16]

Pengujian ketahanan (*withstand test*) adalah pengujian tegangan tinggi yang dilakukan dengan memberikan tegangan pada suatu peralatan yang diuji, mulai dari tegangan nominal alat tersebut hingga mencapai nilai tegangan yang lebih tinggi dari tegangan nominalnya pada waktu tertentu.^[7] Bahan dielektrik dikatakan memiliki ketahanan yang baik apabila dapat menahan tegangan untuk waktu yang cukup lama tanpa terjadinya kegagalan isolasi. Prosedur Pengujian yang direkomendasikan bergantung pada sifat objek uji, apakah isolator internal atau isolator eksternal, atau apakah isolator yang dapat pulih sendiri atau isolator tidak dapat pulih sendiri.

Dalam makalah ini dibahas mengenai pengujian *flashover* dan pengujian ketahanan (*withstand test*) yang dilakukan pada isolator silikon rubber dan isolator resin epoksi [6,11,12]

tegangan menengah yang dilakukan di Laboratorium Tegangan Tinggi Universitas Gajah Mada.

II. Eksperimen

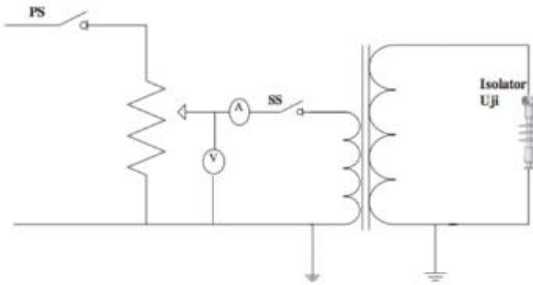
Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah isolator *silicone rubber* (buatan pabrik) dan isolator resin epoksi 20 kV (*different shed* dan *same shed*). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan tegangan tinggi bolak-balik frekuensi 50 Hz guna mendapatkan nilai besaran *flashover* dan pengujian ketahanan (*withstand test*) pada isolator uji [13][14]. Penggunaan tegangan tinggi dimaksudkan agar terjadi tekanan elektris (kuat medan listrik) yang cukup pada permukaan isolator. Untuk isolator resin epoksi menggunakan perbandingan bahan dasar polimer resin epoksi jenis *DGEBA* (*Diglycidyl Ether of Bisphenol – A*) (40%), bahan pematang atau pengeras *MPDA* (*Metaphenylene-diamine*)(40%), Alumina (Al_2O_3) (10%), dan abu sekam padi (10%) [8,9,10,17]



(a) (b)
Gambar 1, Isolator uji (a). Isolator resin epoksi *different shed* dan *same shed* (b). Isolator *silicone rubber* (buatan pabrik).

2.1 Pengujian Flashover

Pengujian tegangan lewat denyar dilakukan dengan memberikan tegangan yang secara terus-menerus dinaikkan sampai pada akhirnya terjadi flashover.^[2] Berikut adalah rangkaian pengujian tegangan flashover :



Gambar 2, Rangkaian Pengujian *Flashover*.

2.2 Pengujian Ketahanan Tegangan (*Withstand Test*)

Pengujian ketahanan tegangan adalah pengujian tegangan tinggi yang dilakukan dengan memberikan tegangan pada suatu peralatan yang diuji, mulai dari tegangan nominal alat tersebut hingga mencapai nilai tegangan yang lebih tinggi dari tegangan nominalnya pada waktu tertentu.^[2]

Pada pengujian kali ini dilakukan pengujian sirip, 2 sirip dan 4 sirip, hal ini dikarenakan pada pengujian langsung 6 sirip, alat di laboratorium tidak mampu sampai terjadinya *flash*.



Gambar 3, Pengujian ketaanan tegangan (*Withstand Test*).

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Flashover

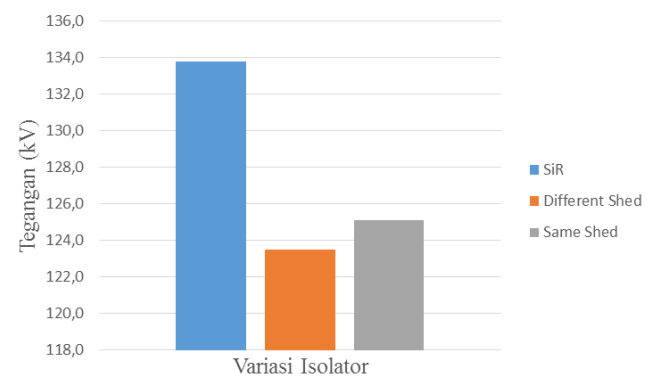
3.1.1 Tegangan *flashover* kondisi kering

Kondisi kering disini adalah kondisi dimana pengujian dilakukan pada kondisi kelembaban yang normal (58% - 67%),^[6] kondisi ini menggambarkan kondisi normal ketika isolator gantung dipasang di lapangan dan keadaan cuaca dalam keadaan cerah. Berikut tabel hasil pengujian *flashover* kondisi kering :

Tabel 1, Hasil uji Flashover kondisi kering pada tiap – tiap isolator

Percobaan Ke -	Jenis Isolator		
	SiR	Different Shed	Same Shed
1	131,6	123	124
2	133,7	124	122,9
3	135,7	124,3	124,9
4	135,8	124,4	125,4
5	134,7	122,7	123,5
6	133,8	122,8	125,6
7	131,3	123,3	129,5
Rata - rata	133,8	123,5	125,1

Berdasarkan data-data hasil pengujian *flashover* kondisi kering dari Tabel 1, dapat digambarkan grafik pada gambar 3.



Gambar 3, Grafik tegangan *flashover* pada kondisi kering.

Dari grafik pada Gambar 3, terlihat bahwa isolator type *Silicone Rubber* kecenderungan memiliki nilai *flashover* lebih tinggi dibandingkan dengan isolator lainnya. Hal ini salah satunya di sebabkan jarak rayap yang digunakan pada isolator silicone rubber lebih panjang. Semakin panjang jarak yang dilewati oleh loncatan api akan semakin besar tegangan *flashover*nya.

Terlihat bahwa isolator Resin Epoksi *Same Shed* kecenderungan memiliki nilai *flashover* lebih tinggi dibandingkan dengan isolator Resin Epoksi *Different Shed*. Hal ini salah satunya disebabkan karena isolator dengan variasi sirip *Same Shed* jarak *flashover*nya lebih panjang daripada variasi *Different Shed*. Semakin panjang jarak yang dilewati oleh loncatan api akan semakin besar tegangan *flashover*nya.

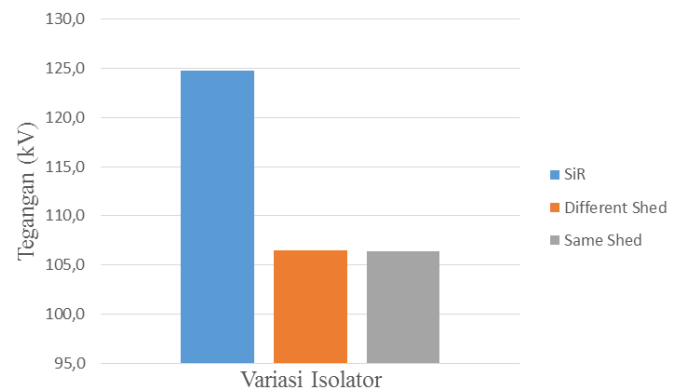
3.1.2 Tegangan *flashover* kondisi basah

Pada pengujian ini yang dimaksud basah adalah kondisi dimana permukaan isolator basah (berembun), bukan kondisi basah karena hujan yang besar. Pengkondisian kondisi basah dilakukan dengan menyemprotkan campuran antara *aquades*, Kaolin dan NaCl. Setelah dilakukan penyemprotan segera dilakukan pengujian sebelum permukaan isolator kembali kering.

Tabel 2, Hasil uji Flashover kondisi Basah pada tiap – tiap isolator.

Percobaan Ke -	Jenis Isolator		
	SiR	Different Shed	Same Shed
1	122,7	87,2	105
2	125,6	107,6	100
3	117,8	109,8	107,6
4	125,9	108,1	121,1
5	126,5	106,7	123,3
6	127,5	113	81,3
7	127,2	112,7	107,4
Rata - rata	124,7	106,4	106,4

Berdasarkan data-data hasil pengujian *flashover* semua kondisi basah dari Tabel 2, dapat digambarkan grafik pada Gambar 4.



Gambar 4, Grafik tegangan *flashover* pada kondisi basah.

Dari grafik Gambar 4, terlihat bahwa isolator type *Silicone Rubber* kecenderungan memiliki nilai *flashover* lebih tinggi dibandingkan dengan isolator lainnya. Hal ini salah satunya disebabkan jarak rayap yang digunakan pada isolator *silicone rubber* lebih panjang. Semakin panjang jarak yang dilewati oleh loncatan api akan semakin besar tegangan *flashover* nya.

Terlihat bahwa isolator *Same Shed* kecenderungan memiliki nilai *flashover* lebih tinggi dibandingkan dengan isolator *Different Shed*. Hal ini salah satunya disebabkan karena isolator dengan variasi sirip *Same Shed* jarak *flashover*nya lebih panjang daripada variasi *Different Shed*. Semakin panjang jarak yang dilewati oleh loncatan api akan semakin besar tegangan *flashover*nya.

3.2 Pengujian Withstand Test

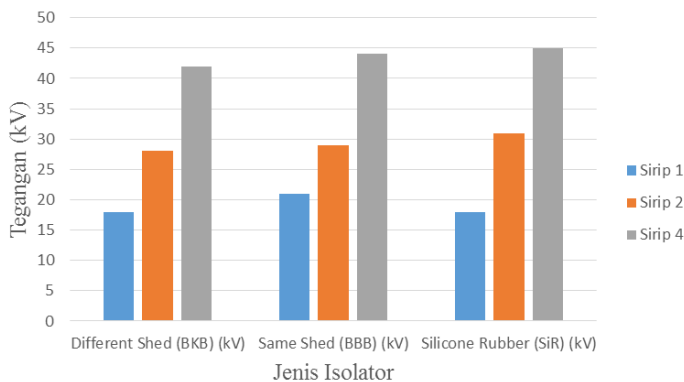
3.2.1 Pengujian Withstand Test Kondisi Kering

Kondisi kering disini adalah kondisi dimana pengujian dilakukan pada kondisi kelembaban yang normal (58% - 67%), kondisi ini menggambarkan kondisi normal ketika isolator gantung dipasang di lapangan dan keadaan cuaca dalam keadaan cerah. Berikut tabel hasil pengujian tegangan tembus (*Withstand Test*) kondisi kering :

Tabel 3, Hasil pengujian Ketahanan Tegangan (*Withstand Test*) kondisi kering.

Jumlah Sirip	Different Shed (BKB) (kV)	Same Shed (BBB) (kV)	Silicone Rubber (SiR) (kV)
1	18	21	18
2	28	29	31
4	42	44	45

Berdasarkan data-data hasil pengujian ketahanan tegangan (*Withstand Test*) semua kondisi kering dari Tabel 3, dapat digambarkan grafik pada Gambar 5.

Gambar 5, Grafik Pengujian ketahanan tegangan (*Withstand Test*) pada kondisi kering.

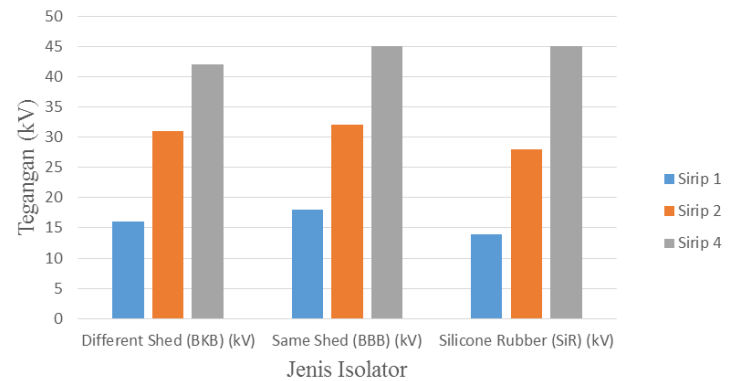
3.2.2 Pengujian Withstand Test Kondisi Basah

Pada pengujian ini yang dimaksud basah adalah kondisi dimana permukaan isolator basah (berembun), bukan kondisi basah karena hujan yang besar. Pengkondisian kondisi basah dilakukan dengan menyemprotkan campuran antara *aquades*, Kaolin dan NaCl. Setelah dilakukan penyemprotan segera dilakukan pengujian sebelum permukaan isolator kembali kering. Berikut hasil pengujian Ketahanan tegangan (*Withstand Test*) :

Tabel 4, Hasil pengujian Ketahanan Tegangan (*Withstand Test*) kondisi basah.

Jumlah Sirip	Different Shed (BKB) (kV)	Same Shed (BBB) (kV)	Silicone Rubber (SiR) (kV)
1	16	18	14
2	31	32	28
4	42	45	45

Berdasarkan data-data hasil pengujian ketahanan tegangan (*Withstand Test*) semua kondisi basah dari Tabel 4, dapat digambarkan grafik pada Gambar 6.

Gambar 6, Grafik Pengujian ketahanan tegangan (*Withstand Test*) pada kondisi basah.

IV. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain:

1. Faktor lingkungan seperti kondisi kering dan basah sangat berpengaruh terhadap tegangan *flashover* dan *Withstand Test*. Tegangan *flashover* kondisi basah lebih kecil daripada saat kondisi kering sedangkan Pengujian Ketahanan Tegangan (*Withstand Test*) tidak dipengaruhi kondisi lingkungan. Pada pengujian *flashover* kondisi kering didapat hasil isolator silicone rubber 133,8 kV; *Different Shed* 123,5 kV dan *Same shed* 125,1 kV. *Silicone Rubber* memiliki kecenderungan nilai *flashover* lebih tinggi dibandingkan dengan isolator lainnya salah satunya di sebabkan oleh jarak rayap isolator *silicone rubber* lebih panjang.
2. Pada pengujian *flashover* kondisi basah didapat hasil isolator silicone rubber 124,7 kV; *Different Shed* 106,4 kV dan *Same shed* 106,4 kV. *Silicone Rubber* memiliki kecenderungan nilai *flashover* lebih tinggi dibandingkan dengan isolator lainnya salah satunya di sebabkan oleh jarak rayap isolator silicone rubber lebih panjang.
3. Pada pengujian ketahanan tegangan (*Withstand Test*) kondisi kering dan basah memiliki hasil yang tidak jauh berbeda, dimana kondisi kering isolator *Silicone Rubber* empat sirip didapat hasil 45 kV, *Same shed* empat sirip didapat hasil 44 kV, dan *different shed* empat sirip didapat hasil 42 kV dan hasil pengujian kondisi basah *Silicone Rubber* empat sirip didapat hasil

45 kV, Same shed empat sirip didapat hasil 45 kV, dan *different shed* empat sirip didapat hasil 42 kV.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arismunandar, A., Teknik Tegangan Tinggi, Pradnya Paramita, Jakarta, 2001.
- [2]. Tobing, Bonggas L, Peralatan Tegangan Tinggi edisi kedua, Erlangga, Jakarta, 2002.
- [3]. D.F Warne, A.T Johns, Advances in High Voltage Engineering, IET Power and Energy Series 40, 2007.
- [4]. Karner/Kind, High-Voltage Insulation Technology, Translate from Germany by Y. Narayana Rao Indian Institute Of Technology, 1985.
- [5]. Guror, Ravi S., E.A. Cherney dan J.T Burnham, *Outdoor Insulators*, USA, 1999.
- [6]. Berahim, Hamzah., *Metodologi untuk Mengkaji Kinerja Isolasi Polimer Resin Epoksi Silane Sebagai Material Isolator Tegangan Tinggi di Daerah Tropis*, Disertasi S-3 Fakultas Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2005.
- [7]. WL Vosloo, JP Holtzhausen, High Voltage Engineering Practice and Theory
- [8]. SPLN 10-3B. *Tingkat Intensitas Polusi Sehubungan Dengan Pedoman Pemilihan Isolator*. Perusahaan Listrik Negara, 1993
- [9]. Desain Test report silicone rubber ohio brass 222 kN (50K LBS) SML Hi*Lite XL, IEC 1109, 1998.
- [10]. Salama Manjang, Ibrahim Abduh. Leakage current patterns on artificially polluted porcelain and polymer insulator. Universitas Hasanuddin. 2006.
- [11]. Mustamin, Salama Manjang, Karakteristik Isolator Polimer Tegangan Tinggi di Bawah Penuaan Tekanan Iklim Tropis Buatan Yang Dipercepat, Universitas Hasanuddin, 2010.
- [12]. Sulistyanto, Dwi Aji, Abdul Syakur. Analisis Arus Bocor Dan Tegangan Flashover Pada Isolator Suspensi 20 Kv 3 Sirip Dengan 4 Tipe Sirip Berbahan Polimer Resin Epoksi Silane Silica, Skripsi, Universitas Diponegoro, 2012.
- [13]. Dwi Setiaji, M. Ervan, Pengujian Tegangan Flashover Dan Arus Bocor Pada Isolator 20 Kv Berbahan Resin Epoksi Silane Kondisi Basah Dan Kering, Skripsi, Universitas Diponegoro, 2013.
- [14]. Suwarno, *Diagnostic of Outdorr Insulator Using Leakage Current Waveform Parameters*, Departement of Electrical Engineering, Bandung Institute of Technology, 2005.
- [15]. Yanolanda Suzantry H, Suharyanto, Pengaruh Radiasi UV Buatan Terhadap Kerusakan Permukaan Bahan Isolasi Resin Epoksi Silane, Jurusan Teknik Elektro dan Informatika, Universitas Gajah Mada, 2005.
- [16]. Arif Jaya, Abu Sekam Padi Bisa Kurangi Radiasi UV Pada Isolator, Jurusan Teknik Elektro dan Informatika, Universitas Gajah Mada, 2013.
- [17]. Taryo, A. Syakur, *Comparison Study on Leakage Current of 20 kV Silicon Rubber and Epoxy Resin Insulator Under Dry and Wet Condition*, 5th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE), 2018.