

ANALISIS PENGARUH *COATING* TERHADAP SUDUT KONTAK, ARUS BOCOR, DAN THD PADA ISOLATOR POLIMER 20 KV KONDISI TERKONTAMINASI

Novriani Tria Pratiwi^{*)}, Hermawan, and Abdul Syakur

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail : tria.novri@yahoo.com

Abstrak

Isolator merupakan salah satu peralatan penting dalam sistem tenaga listrik. Isolator berfungsi untuk membatasi atau menyekat agar tidak terjadi aliran arus dari konduktor yang bertegangan. Berbagai jenis isolator telah dikembangkan. Salah satunya isolator berbahan resin epoksi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa isolator jenis ini lebih unggul dibandingkan dengan bahan jenis keramik dan kaca. Namun isolator jenis ini memiliki kekurangan, yaitu rentan terhadap polutan. Kekurangan pada isolator ini dapat diperbaiki dengan penambahan lapisan atau coating pada permukaan isolator. Pada penelitian ini coating karet silikon RTV dilakukan pada isolator polimer resin epoksi 20kV. Parameter yang dianalisis adalah sudut kontak, arus bocor, spektrum frekuensi (FFT), dan Total Harmonic Distortion (THD). Pengolahan THD dilakukan dengan menggunakan fungsi Fast Fourier Transform (FFT) menggunakan Matlab 2008. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kondisi fisik isolator mempengaruhi sudut kontak, arus bocor, dan THD. Dengan pelapisan silikon rubber terbukti telah memperbaiki performa isolator. Sudut kontak dalam kategori hidrofobik dengan nilai rata-rata tertinggi, yaitu $96,71^\circ$, arus bocor lebih rendah dengan penurunan tertinggi sebesar 25,34%, dan THD juga lebih rendah dibandingkan dengan isolator yang tidak dilapisi dengan silikon rubber dengan penurunan tertinggi sebesar 36,36%. Berdasarkan penelitian didapat bahwa indikator arus bocor dan komponen harmonik cukup efektif untuk mengetahui kondisi permukaan isolator.

Kata kunci : isolator, resin epoksi, polutan, coating, karet silikon RTV, distorsi harmonik total

Abstract

Insulator is one of the important apparatus in the power system. Insulator serves to restrict or insulate between conductors that have electrical potential in order to avoid leakage current. Various types of insulators have been developed. One of them insulator is epoxy resin. Several studies have shown that this type more superior than ceramic and glass materials. However insulator of this type has disadvantages, that is susceptible to pollutants. An effort to improve the quality of insulator is carried out by adding a coating layer on the surface of insulator. In this research, RTV silicone rubber coating was carried out on polymer insulator 20kV epoxy resin. The parameters analyzed are the lotus effect, leakage current, frequency spectrum (FFT), and Total Harmonic Distortion (THD). Leakage current data processing was carried out by using the Fast Fourier Transform (FFT) in Matlab. The test results showed that the physical conditions affects the lotus effect insulator, leakage current, and THD. Silicon rubber coating improved the performance insulator. Lotus effect in hydrophobic with the average value are $96,71^\circ$, leakage current with the highest decrease are 25,34%, and THD are lower than the uncoated insulator with the highest decrease 36,36%. The results of the experiment also mentioned that the leakage current and harmonics sample were considered to be effective parameters to detect the condition of insulator surface.

Key words : insulator, epoxy resin, pollutants, coatings, RTV silicone rubber, total harmonic distortion

1. Pendahuluan

Berkembang pesatnya tingkat pertumbuhan penduduk dan industri di Indonesia tentunya akan diimbangi dengan semakin baik dan tercukupinya sarana serta prasarana

yang mendukung. Salah satu sarana yang mendukung adalah kapasitas suplai listrik yang memadai dan handal dalam kondisi apapun. Memadai berarti bahwa kapasitas listrik akan semakin ditingkatkan seiring dengan kebutuhan konsumen listrik. Handal sendiri dimaksudkan

bahwa pelayanan suplai listrik yang kontinu dan meminimalisir gangguan yang terjadi. Untuk merealisasikan sarana tersebut perlu adanya prasarana yang menunjang. Salah satunya dengan menjaga kinerja dari isolator.

Isolator merupakan komponen penting dalam sistem tenaga listrik. Isolator berfungsi sebagai alat tempat menopang kawat penghantar jaringan pada tiang-tiang listrik yang digunakan untuk memisahkan secara elektrik dua buah kawat atau lebih agar tidak terjadi kebocoran arus (*leakage current*) atau loncatan bunga api (*flash over*) sehingga mencegah terjadinya kerusakan pada sistem jaringan tenaga listrik[3]. Isolator pada awalnya terbuat dari keramik dan gelas. Kemudian pada tahun 1963, isolator polimer dikembangkan dan ditingkatkan sampai saat ini. Isolator polimer dikenal juga dengan sebutan isolator non-keramik atau isolator komposit[4]. Isolator polimer dewasa ini banyak digunakan dikarenakan kelebihanannya dibandingkan dengan isolator berbahan keramik dan gelas[12]. Kelebihanannya, yaitu lebih ringan, sifat rugi dielektrik yang lebih kecil, resistivitas volume yang lebih tinggi, proses produksi relatif lebih cepat, dan biaya produksi yang lebih murah[7].

Layaknya sebuah alat, tentunya isolator memiliki umur pemakaian. Umur pemakaian isolator berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, iklim, dan cuaca isolator. Isolator secara umum dikatakan baik apabila magnitude arus bocor kecil dan komponen harmonik (THD) bernilai rendah sesuai standar yang disarankan. Untuk itu sangat diperlukan perawatan berkala dan *treatment* khusus dalam menjaga kualitas isolator[5]. Isolator yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah isolator polimer berbahan resin epoksi pada sistem tenaga listrik 20 kV.

Letak isolator yang di luar ruangan memungkinkan untuk terkontaminasi oleh polusi. Faktor lingkungan berupa kondisi kering atau basah berpengaruh pada isolator. Salah satunya terhadap sudut kontak permukaan isolator. Selain itu juga terjadi pengaruh terhadap arus bocor. Arus bocor cenderung lebih besar pada kondisi basah daripada kondisi kering[8]. Beberapa faktor tersebut dapat menyebabkan isolator polimer mengalami degradasi dan penuaan permukaan isolator[1]. Salah satu upaya untuk meningkatkan performa dan umur isolator dapat dilakukan dengan *coating* [2][6][11].

Pemelitian ini dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai analisa isolator pasangan luar dengan parameter gelombang arus bocor. Dalam penelitian tersebut, digunakan isolator polimer resin epoksi 20 kV sebagai sampel uji untuk menentukan karakteristik arus bocor permukaan isolator[9]. Pengujian yang dilakukan berdasarkan beberapa variasi kondisi permukaan, yaitu kondisi kering, dan basah. Namun, pada penelitian ini analisa isolator uji resin epoksi silika tidak

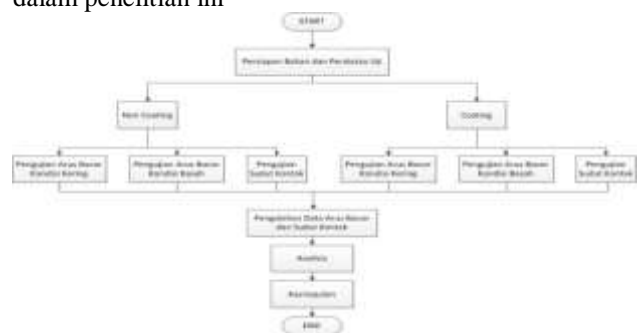
hanya berdasarkan kondisi kering dan basah. Dimana kondisi basah dikondisikan dengan polutan berupa air hujan yang tergolong dalam tingkat kontaminasi dengan polusi ringan[6]. Pada penelitian ini menerapkan salah satu metode peningkatan performa dan umur isolator, yaitu dengan melapisi permukaan isolator uji dengan *silicon rubber*. Dengan dua variasi tipe sirip isolator yaitu tipe sirip besar besar besar (BBB) dan tipe sirip besar kecil besar (BKB). Sama halnya pada penelitian sebelumnya, parameter utama arus bocor yang digunakan yaitu karakteristik harmonik, yang meliputi bentuk gelombang, spektrum frekuensi, dan tingkat distorsi harmonik (THD).

Sangat penting untuk mengetahui kondisi dari isolator, apakah pada kondisi baik maupun kondisi buruk. Untuk tujuan pemeliharaan dibutuhkan diagnosis kondisi isolasi pada isolator pasangan luar. Untuk menganalisa kondisi dari isolator dibutuhkan pendeteksi sinyal atau peralatan yang digunakan sebagai indikator. Arus bocor biasanya mengalir pada permukaan isolator dan digunakan untuk mengidentifikasi kondisi permukaan isolator. Beberapa metode yang pernah dilakukan adalah metode *acoustic emission* (AE), pendeteksi area panas (*infra red*), *ultrasonic*, pendeteksi gelombang radio, *leakage current magnitude*, dan komponen harmonik[10]. Oleh karena itu, dengan mengetahui karakteristik arus bocor dan komponen harmonik isolator diharapkan dapat mendeteksi kondisi permukaan isolator resin epoksi guna meningkatkan performa isolator.

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini antara lain menganalisis perbandingan sifat *hidrofobik* isolator polimer epoksi resin pengisi silika dengan melakukan pengujian sudut kontak, melakukan pengukuran untuk memperoleh karakteristik arus bocor pada kondisi terkontaminasi, dan menganalisis karakteristik harmonik arus bocor yang meliputi bentuk gelombang, magnitude arus bocor, spektrum frekuensi (*FFT*) dan *total harmonic distortion* (THD) sebelum dan sesudah dilakukan *coating* menggunakan *silicon rubber* RTV 585.

2. Metode

Berikut disajikan diagram alir penelitian yang digunakan dalam penelitian ini



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Peralatan Pelapisan atau Coating Isolator

Peralatan dan bahan pelapisan atau coating yang dipergunakan :

1. *Silicon Rubber* RTV 585
2. Katalis
3. Solet
4. Timbangan Digital
5. *Cutter*
6. *Vernier Caliper*

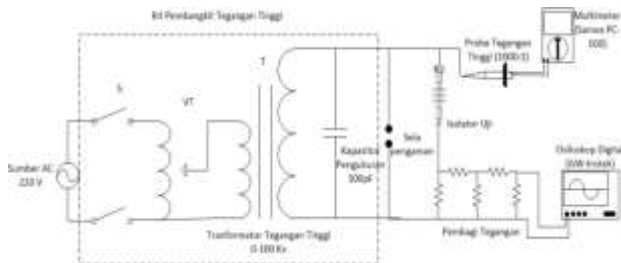
2.2 Peralatan Pengujian Sudut Kontak

Peralatan dan bahan pengujian sudut kontak yang dipergunakan :

1. Kamera foto digital
2. Seperangkat komputer dan software coreldraw X6
3. Alas uji
4. Seperangkat lampu pijar 1000 watt dan box fiber
5. Pipet tetes 50 μ L
6. Gelas ukur
7. Air Hujan
8. Air Akuades DM

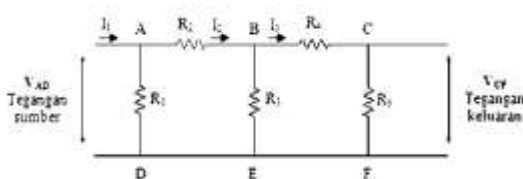
2.3 Peralatan Pengujian Arus Bocor

Untuk memperoleh data karakteristik arus bocor dari masing-masing sampel, maka dilakukan pengujian arus bocor dengan rangkaian pengujian sesuai yang ditunjukkan oleh Gambar 2



Gambar 2 Rangkaian Pengujian Arus Bocor

Pengamatan arus bocor ini memerlukan osiloskop sebagai alat bantu. Input tegangan yang masuk ke dalam osiloskop harus sesuai dengan karakteristik kemampuan osiloskop tersebut. Piranti pengamanan dan perlindungan bagi osiloskop diperlukan untuk membatasi tegangan besar yang masuk ke dalam osiloskop dengan cara memasang rangkaian pembagi tegangan.



Gambar 3 Rangkaian pembagi tegangan

Nilai resistansi pada rangkaian pembagi tegangan adalah $R_1 = 680 \Omega$, $R_2 = 1000 \Omega$, $R_3 = 100 \Omega$, $R_4 = 470K \Omega$, dan $R_5 = 10K \Omega$. Berdasarkan data resistansi pada gambar 3 akan diperoleh perhitungan sebagai berikut:

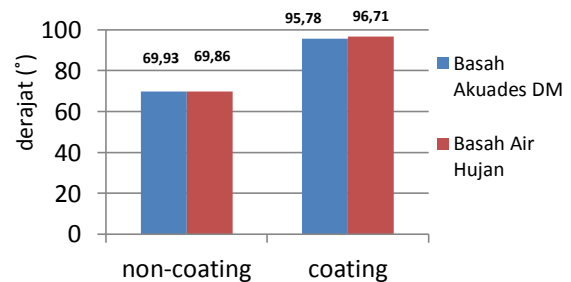
$$I_1 = 1,256717647 V_{CF}$$

I_1 merupakan nilai arus bocor yang mengalir pada isolator uji dan V_{CF} menunjukkan tegangan efektif (V_{rms}) yang terbaca pada osiloskop.

3. Hasil dan Analisa

3.1 Hasil Pengukuran Sudut Kontak

Karakteristik fisik suatu isolator yang perlu diperhatikan adalah hidrofobisitas. Hidrofobisitas adalah kemampuan permukaan isolator untuk cenderung menolak air. Untuk menyatakan suatu isolator bersifat *hidrofobik* atau tidak *hidrofobik* (*hidrofilik*), maka dilakukan pengukuran sudut kontak. Sudut kontak merupakan sudut yang dibentuk antara permukaan bahan uji dengan air destilasi yang diteteskan ke permukaan bahan uji.



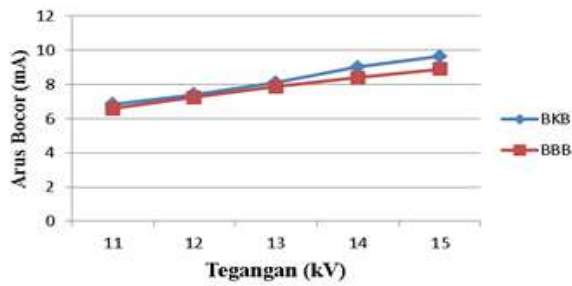
Gambar 4. Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Sudut Kontak Isolator Tipe Sirip BBB

Berdasarkan gambar 4 didapatkan data bahwa sesudah dilakukan *coating* dengan *silicon rubber* untuk kondisi basah dengan air akuades DM dan basah air hujan memiliki sudut kontak yang lebih tinggi dibandingkan sebelum dilakukan *coating*. Hal ini membuktikan bahwa *silicon rubber* pada permukaan isolator dapat memperbaiki sudut kontak isolator. Isolator setelah dilakukan *coating* dalam kategori *hidrofobik* dimana sudut kontak yang didapatkan melebihi dari 90° .

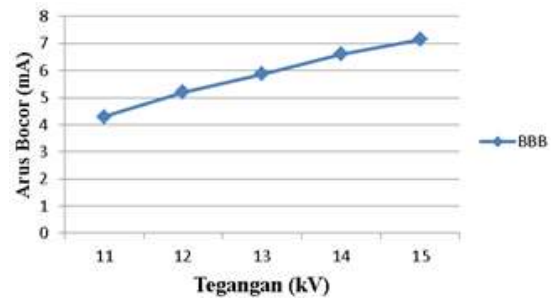
3.2 Hasil Pengukuran Arus Bocor

Pada pengukuran arus bocor dilakukan dengan 5 kali variasi tegangan yaitu 11 kV, 12 kV, 13 kV, 14 kV, dan 15 kV. Grafik perbandingan nilai arus bocor rata-rata terhadap variasi tegangan terapan adalah sebagai berikut :

3.2.1 Kondisi Kering *Non-coating*

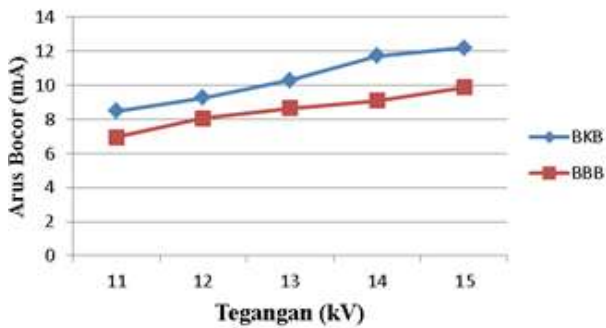


Gambar 5. Grafik Nilai Arus Bocor Rata-rata Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Kering *Non-coating*



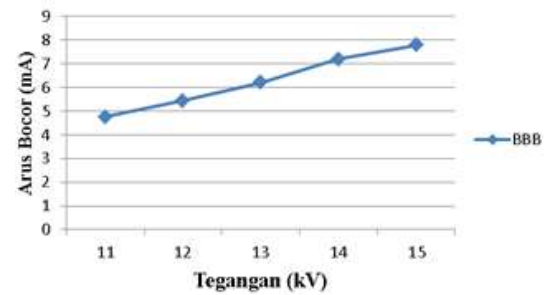
Gambar 8. Grafik Nilai Arus Bocor Rata-rata Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Kering *Coating*

3.2.2 Kondisi Basah Air Akuades DM *Non-coating*



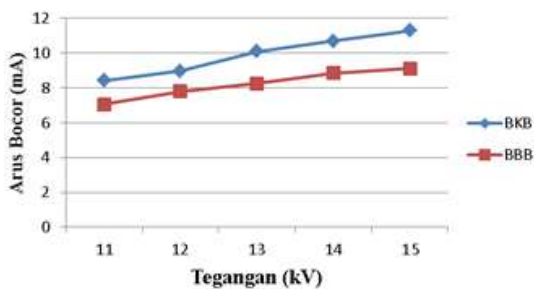
Gambar 6. Grafik Nilai Arus Bocor Rata-rata Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Air Akuades DM *Non-coating*

3.2.5 Kondisi Basah Air Akuades DM *Coating*



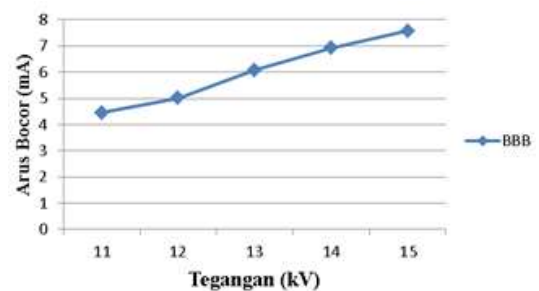
Gambar 9. Grafik Nilai Arus Bocor Rata-rata Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Basah Air Akuades DM *Coating*

3.2.3 Kondisi Basah Air Hujan *Non-coating*



Gambar 7. Grafik Nilai Arus Bocor Rata-rata Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Air Hujan *Non-coating*

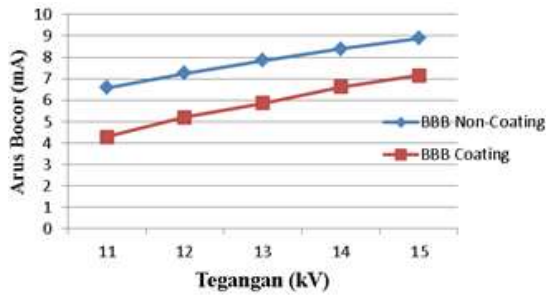
3.2.6 Kondisi Basah Air Hujan *Coating*



Gambar 10. Grafik Nilai Arus Bocor Rata-rata Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Basah Air Hujan *Coating*

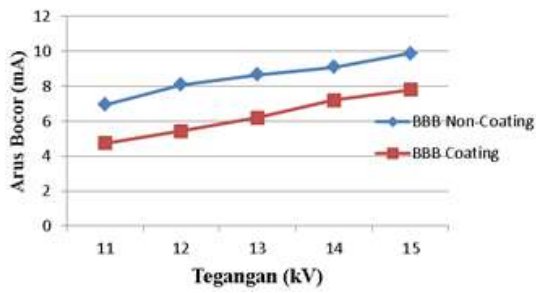
3.2.4 Kondisi Kering *Coating*

3.2.7 Kondisi Kering *Non-coating* dan *Coating*



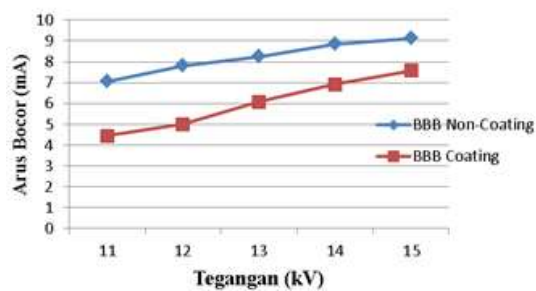
Gambar 11. Grafik Perbandingan Nilai Arus Bocor Rata-rata Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Kering *Non-coating* dan *Coating*

3.2.8 Kondisi Basah Air Akuades DM *Non-coating* dan *Coating*



Gambar 12. Grafik Perbandingan Nilai Arus Bocor Rata-rata Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Basah Air Akuades DM *Non-coating* dan *Coating*

3.2.9 Kondisi Basah Air Hujan *Non-coating* dan *Coating*



Gambar 13. Grafik Perbandingan Nilai Arus Bocor Rata-rata Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Basah Air Hujan *Non-coating* dan *Coating*

Berdasarkan grafik pada Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9, Gambar 10, dan Gambar 11 dapat disimpulkan bahwa nilai arus bocor bahan isolator meningkat sebanding dengan peningkatan nilai tegangan yang diterapkan pada bahan isolator. Dapat disimpulkan bahwa hubungan antara tegangan dan arus

bocor berbanding lurus, semakin besar tegangan yang diterapkan pada isolator maka arus bocor yang dihasilkan akan semakin besar.

Tipe sirip BKB lebih besar nilai arus bocornya dibandingkan dengan tipe sirip BBB. Hal ini terjadi dikarenakan jarak lintasan atau rayap (*leakage or creepage distance*) isolator dengan bentuk sirip tipe BKB lebih pendek sehingga resistansi permukaan isolator yang dilalui arus bocor lebih kecil dibandingkan dengan tipe sirip BBB. Tipe sirip BKB memiliki jarak rayap sebesar 345 mm sedangkan sirip BBB sebesar 377 mm. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin panjang jarak lintasan/rayap dan semakin besar luas penampang isolator maka nilai arus bocor yang dihasilkan akan semakin kecil.

Arus bocor pada kondisi permukaan isolator basah bernilai lebih besar dibandingkan arus bocor pada kondisi permukaan isolator kering. Titik - titik air pada permukaan isolator meningkatkan nilai konduktivitas permukaan isolator. Pada kondisi basah air akuades DM memiliki daya hantar listrik sebesar 54,80 $\mu\text{S/cm}$, sedangkan air hujan daya hantar listrik sebesar 15,10 $\mu\text{S/cm}$. Hasil data daya hantar listrik diperoleh dengan menguji sampel di Laboratorium BPIK, Spondol. Dengan adanya pertambahan nilai konduktivitas permukaan isolator, maka nilai tahanan permukaan isolator pada kondisi basah akan berkurang. Akibatnya, arus bocor permukaan isolator bernilai lebih besar. Arus bocor pada kondisi basah air akuades DM seharusnya lebih rendah dibandingkan dengan kondisi basah air hujan. Hal ini dikarenakan kualitas air akuades DM yang kurang baik. Air akuades DM yang baik adalah tidak mengandung mineral sama sekali sehingga nilai daya hantar listriknya adalah 1 $\mu\text{S/cm}$.

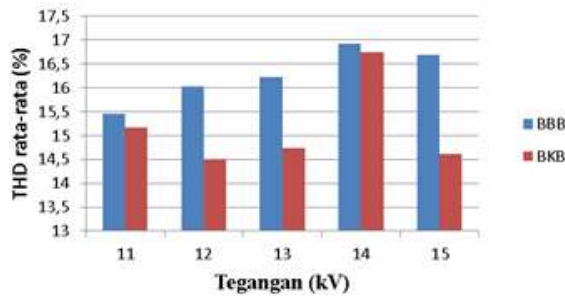
Nilai arus bocor bahan isolator pada kondisi *coating* lebih kecil dibandingkan dengan pada kondisi *non-coating* dalam beberapa penerapan kondisi yaitu kering, kondisi basah air akuades DM, dan kondisi basah air hujan. Hal ini disebabkan oleh adanya lapisan *silicon rubber*. *Silicon rubber* bersifat menolak air sehingga tahan terhadap polutan yang menempel pada permukaan isolator. Keadaan ini menjaga permukaan isolator tetap bersih dan menurunkan konduktivitas listrik permukaan isolator.

3.3 Analisis Nilai THD

Data yang dianalisis pada penelitian ini yaitu bentuk gelombang, spektrum frekuensi, dan distorsi harmonik total (*THD*) arus bocor permukaan isolator. Dari spektrum frekuensi tersebut, diperoleh nilai *THD* yang merepresentasikan distorsi harmonik total.

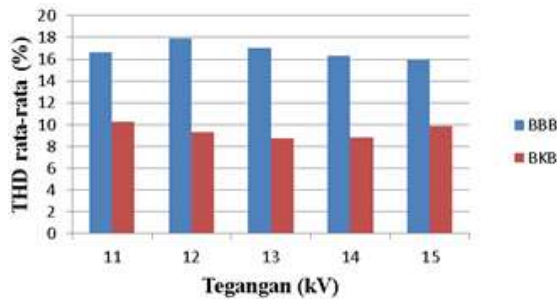
Grafik Perbandingan *THD* arus bocor terhadap variasi tegangan terapan adalah sebagai berikut :

3.3.1 Kondisi Kering *Non-coating*



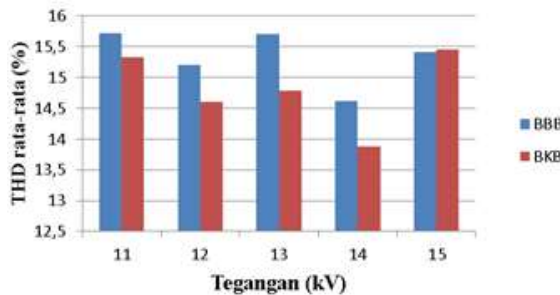
Gambar 14. Grafik *THD* Arus Bocor Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Kering *Non-coating*

3.3.2 Kondisi Basah Air Akuades DM *Non-coating*



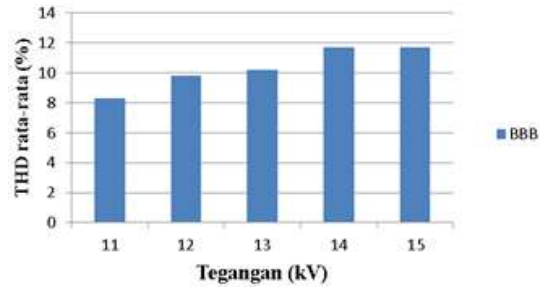
Gambar 15. Grafik *THD* Arus Bocor Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Basah Air Akuades DM *Non-coating*

3.3.3 Kondisi Basah Air Hujan *Non-coating*



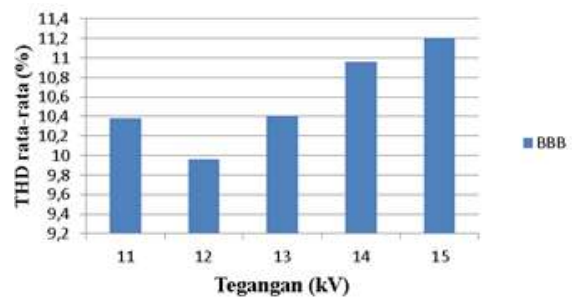
Gambar 16. Grafik *THD* Arus Bocor Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Air Hujan *Non-coating*

3.3.4 Kondisi Kering *Coating*



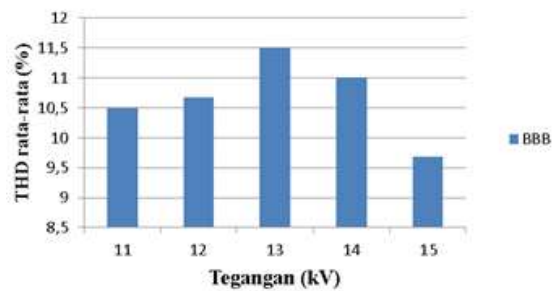
Gambar 17. Grafik *THD* Arus Bocor Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Kering *Coating*

3.3.5 Kondisi Basah Air Akuades DM *Coating*



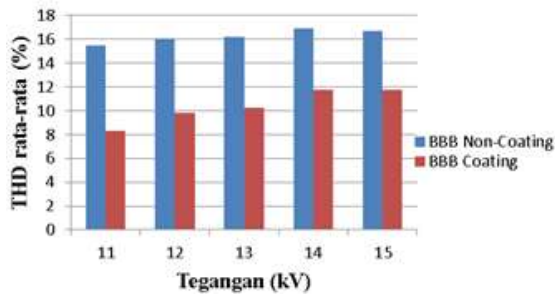
Gambar 18. Grafik *THD* Arus Bocor Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Basah Air Akuades DM *Coating*

3.3.6 Kondisi Basah Air Hujan *Coating*



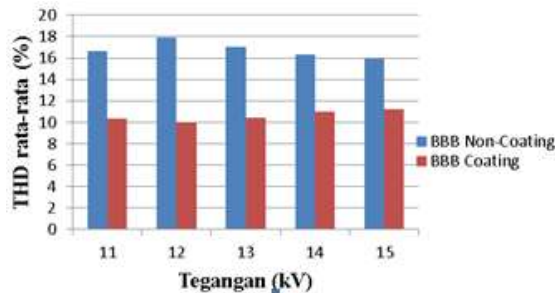
Gambar 19. Grafik *THD* Arus Bocor Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Basah Air Hujan *Coating*

3.3.7 Kondisi Kering *Non-coating* dan *Coating*



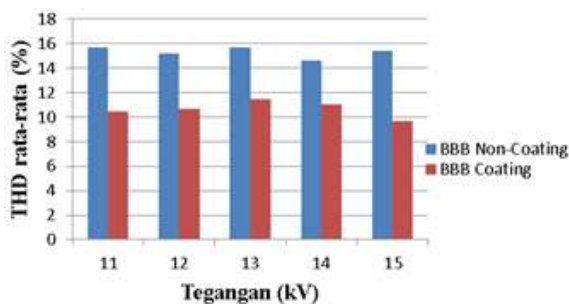
Gambar 20. Grafik *THD* Arus Bocor Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Kering *Non-coating* dan *Coating*

3.3.8 Kondisi Basah Air Akuades DM *Non-coating* dan *Coating*



Gambar 21. Grafik Perbandingan *THD* Arus Bocor Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Basah Air Akuades DM *Non-coating* dan *Coating*

3.3.9 Kondisi Basah Air Hujan *Non-coating* dan *Coating*



Gambar 22. Grafik Perbandingan *THD* Arus Bocor Isolator terhadap Variasi Tegangan Terapan pada Kondisi Basah Air Hujan *Non-coating* dan *Coating*

Pada penelitian *THD* arus bocor sesaat yang dihasilkan dari setiap tegangan uji pada kondisi kering, kondisi basah air akuades DM, dan kondisi basah air hujan *non-*

coating mempunyai nilai *THD* yang lebih besar daripada kondisi setelah dilapisi dengan *silicon rubber*. *Silicon rubber* bersifat menolak air atau *hidrofobik*. Sehingga menjaga permukaan isolator uji agar tetap bersih dari polutan yang menempel. Pada penelitian ini dibuktikan bahwa pengaruh *coating* mempengaruhi performa dari isolator, yaitu memperkecil magnituda arus bocor dan *THD*.

Faktor lain yang menyebabkan nilai *THD* pada *non-coating* lebih besar daripada *coating* adalah pengaruh dari tingkat kelembaban, kondisi permukaan isolator, dan tingkat daya hantar listrik polutan. Pada kondisi kering arus bocor yang dihasilkan mempunyai komponen harmonisa yang lebih banyak dibanding kondisi basah, karena pada kondisi basah isolator menjadi konduktif akibat adanya lapisan air hujan dan air akuades DM yang menempel pada permukaan isolator. Dengan semakin tingginya kelembaban isolator, komponen harmonik arus bocor yang terbentuk semakin berkurang. Sehingga *THD* semakin rendah. Namun, hal itu tidaklah menjamin bahwa unjuk kerja permukaan isolator pada kondisi basah lebih aman dari kondisi kering. Justru pada kelembaban tinggi diperlukan alat proteksi yang lebih akurat, hal ini disebabkan karena dengan tegangan uji yang sama, arus bocor puncak (arus maksimum) lebih besar, sehingga mempercepat terjadinya tegangan lewat denyar (*flashover*).

Pada kondisi basah terlihat bahwa arus bocor meningkat dan *THD* yang dihasilkan lebih kecil mengindikasikan bahwa isolator dalam keadaan konduktivitas tinggi, panas, dan medan listrik pada permukaan yang cukup tinggi. Magnituda arus bocor yang meningkat menyebabkan isolator mengalami *tracking* dan degradasi permukaan, karena pada kondisi tersebut akan terjadi peristiwa pita kering (*dryband*) yang dapat mengakibatkan kegagalan isolasi. Oleh karena itu, magnituda arus bocor dan *THD* dapat digunakan sebagai parameter penentuan kondisi permukaan isolator.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian dan analisa yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai sudut kontak pada bahan isolator dipengaruhi oleh kondisi permukaan isolator, yaitu di *coating* atau *non-coating*. Besar nilai sudut kontak permukaan isolator resin epoksi silika *non-coating* berada di antara $69,34^{\circ}$ - $71,13^{\circ}$; yang mana termasuk kategori *partially wetted* (basah sebagian). Sedangkan pada isolator yang telah dilapisi dengan *silicon rubber* dengan ketebalan 1 mm, sudut kontak berada di antara $95,18^{\circ}$ - $97,37^{\circ}$. Dimana merupakan kategori *hidrofobik* atau tidak basah. *Silicon rubber* terbukti dapat memperbaiki sudut kontak isolator.

2. Nilai arus bocor bahan isolator resin epoksi silika mengalami peningkatan untuk setiap kenaikan variasi tegangan pengujian yang diterapkan pada isolator.
3. Nilai arus bocor bahan isolator resin epoksi silika pada pengujian basah lebih besar dari pada nilai arus bocor pada pengujian kering pada semua variasi tegangan.
4. Nilai arus bocor permukaan isolator resin epoksi tipe sirip BKB lebih besar dari isolator tipe sirip BBB. Semakin panjang jarak lintasan/rayap (*leakage or creepage distance*) dan semakin besar luas penampang isolator maka nilai arus bocor yang dihasilkan akan semakin kecil.
5. Nilai arus bocor pada isolator resin epoksi kondisi *non-coating* pada tipe BKB dan BBB lebih besar dibandingkan dengan kondisi *coating*. Hal ini membuktikan bahwa pelapisan *silicon rubber* pada permukaan isolator dapat menekan arus bocor.
6. THD yang dihasilkan pada kondisi kering mempunyai nilai yang lebih besar dari kondisi basah. Semakin tinggi tingkat konduktivitas permukaan isolator, bentuk gelombang arus bocor isolator mengarah ke bentuk sinusoidal murni.
7. Pelapisan *silicon rubber* pada isolator resin epoksi terbukti dapat menurunkan nilai THD yaitu sekitar 34,4 % -36,36 %.
8. Magnituda arus bocor dan THD merupakan indikator terbaik dalam penentuan kondisi permukaan isolator.

Referensi

- [1]. Amin, Muhammad, Salman Amin, dan Muhammad Ali,, *Monitoring Of Leakage Current For Composite Insulator And Electrical Devices I*, UET Taxilla, Pakistan.,2007.
- [2]. Aprianto, Agung, *Pengaruh Kelembaban dan Suhu Terhadap Karakteristik Arus Bocor pada Isolator Bahan Resin Epoksi dengan Pengisi Bahan Pasir Silika*, Skripsi, Universitas Diponegoro, Semarang, 2012.
- [3]. Arismunandar, A., *Teknik Tegangan Tinggi*, Pradnya Paramita, Jakarta, 2001
- [4]. Dissado, L.A., Fothergill J.C., *Electrical Degradation and Breakdown in Polymers*, Peter Peregrinus Ltd, London, 1992.
- [5]. Mulyana, Elih, *Pengukuran Harmonisa Tegangan dan Arus Listrik di Gedung Direktorat TIK Universitas Pendidikan Indonesia*, Bandung, 2008.
- [6]. SPLN 10-3b, 1993.
- [7]. Steven, Rudy S., *Pengaruh Polutan Terhadap Tahanan Permukaan Isolator Epoxy Resin*, Skripsi, Universitas Indonesia, Depok, 2008.
- [8]. Sulistyanto, Dwi aji, *Analisis Arus Bocor dan Tegangan Flashover pada Isolator Suspensi 20kV 3 Sirip dengan 4 Tipe Sirip Berbahan Polimer Resin Epoksi Silane Silika*, Skripsi, Universitas Diponegoro, 2012.
- [9]. Wibowo, Andri, *Analisis Distorsi Harmonik Total Arus Bocor Permukaan Isolator Resin Epoksi Pengisi Silika Kondisi Kering dan Basah*, Skripsi, Universitas Diponegoro, 2015.
- [10]. Suwarno, *Diagnostic of Outdorr Insulator Using Leakage Current Waveform Parameters*, International Symposium on Electrical Insulating Materials, Japan,2005.
- [11]. Hermawan, Abdul Syakur, & Tommy Perdana Putra, *The Surface Leakage Currents Analysis of Epoxy Resin-Silane with Silica Sand Filler Insulators in The Artificial Ageing Conditions*, AUPEC, 2012.
- [12]. Syakur, Abdul dan Hermawan, *Leakage Current Characteristics at Different Shed of Epoxy Resin Insulator under Rain Contaminants*, ICITACEE, 2014.