

ANALISIS DISTORSI HARMONIK TOTAL ARUS BOCOR PERMUKAAN ISOLATOR RESIN EPOKSI PENGISI SILIKA KONDISI KERING DAN BASAH

by Abdul Syakur

Submission date: 09-Dec-2019 10:40AM (UTC+0700)

Submission ID: 1230207238

File name: SOLATOR_RESIN_EPOKSI_PENGISI_SILIKA_KONDISI_KERING_DAN_BASAH.pdf (733.91K)

Word count: 2874

Character count: 15632

ANALISIS DISTORSI HARMONIK TOTAL ARUS BOCOR PERMUKAAN ISOLATOR RESIN EPOKSI PENGISI SILIKA KONDISI KERING DAN BASAH

Andri Wibowo^{*)}, Hermawan, and Abdul Syakur

1. ¹ Pendahuluan

Isolator pasangan luar merupakan komponen yang sangat penting pada sistem tenaga listrik seperti pada gardu induk, jaringan transmisi dan distribusi. Studi yang mendalam dan pengetahuan praktis tentang isolator

merupakan hal yang sangat diperlukan bagi para ilmuwan di bidang sistem tenaga listrik. Pada awalnya, isolator terbuat dari bahan keramik dan gelas. Kemudian tahun 1963, isolator polimer dikembangkan dan desain serta pabrikasinya mengalami peningkatan terus. Isolator polimer juga dikenal dengan nama isolator non-keramik

atau isolator komposit.[2] Isolator polimer telah banyak digunakan dari isolator porselen dan kaca, hal ini dikarenakan isolator polimer memiliki banyak keuntungan dari isolator keramik seperti: murah, ringan, perawatan mudah, waktu produksi singkat, resistansi tinggi, kekuatan mekanik tinggi, fleksibilitas yang tinggi dalam desain produk, dan ketahanan terhadap pengrusakan. Bahan polimer, terutama karet silikon, epoxy, ethylene propylene diene monomer (EPDM) dan poliester digunakan sebagai isolator untuk transmisi, distribusi, pemutusan kabel bawah tanah, bushing dan penangkal petir[3]

Sangat penting untuk mengetahui kondisi dari isolator, apakah pada kondisi baik maupun kondisi buruk. Untuk tujuan pemeliharaan dibutuhkan diagnosis kondisi isolasi pada isolator pemasangan 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. Pada saat kondisi basah atau terkontaminasi, maka arus bocor yang mengalir lebih besar daripada kondisi kering[7] 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[6] Secara umum, isolator dapat dikatakan baik ketika magnitude arus bocor kecil dan komponen harmonik (THD) bernilai rendah. Di sisi lain, ketika magnitude arus bocor bernilai tinggi dan komponen harmonik (THD) juga tinggi, dapat dikatakan bahwa isolator dalam keadaan buruk dan dapat menyebabkan pemanasan, *flashover* dan degradasi pada permukaan isolator. Oleh karena itu, dengan mengetahui karakteristik arus bocor dan komponen harmonik isolator diharapkan dapat mendeteksi kondisi permukaan isolator resin epoksi.

2. Metode

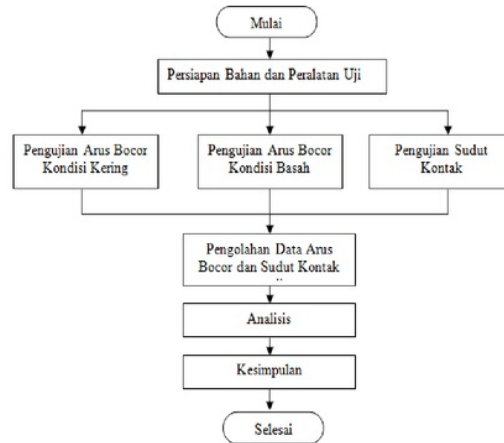
2.1. Diagram Alir Penelitian

Berikut disajikan diagram alir penelitian yang digunakan dalam penelitian ini.

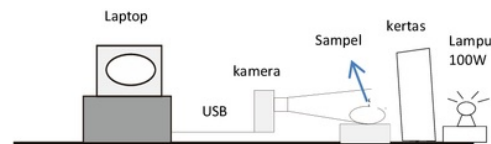
2.2. Pengujian Sudut Kontak

Langkah pengujian sudut kontak yaitu:

1. Menyiapkan sampel uji dan air destilasi, pipet volume 0.05 ml/50 µl dan kamera digital.
2. Meletakkan sampel uji didepan sumber cahaya dan kemudian memberi tetesan air destilasi pada permukaan isolator uji. Bahan isolator uji diposisikan permukaan isolator tampak lurus seperti garis lurus.
3. Menyalakan lampu sebagai sumber cahaya tambahan agar titik air yang difoto dapat tampak jelas dan setelah itu dilakukan pemotretan tetes air tersebut. Hasil foto selanjutnya disimpan di komputer dan dianalisa sudut kontakny.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Rangkaian pengujian sudut kontak

2.3. Pengujian Arus Bocor Bahan Isolator

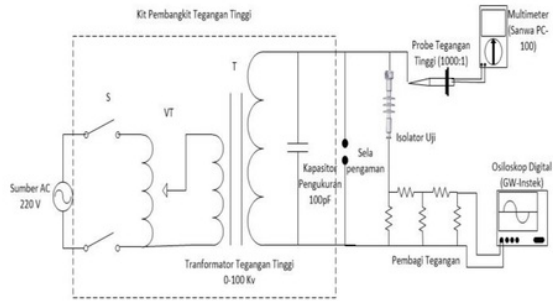
Sampel uji yang digunakan pada pengujian ini adalah isolator polimer resin epoksi silane silika untuk isolasi jaringan tegang menengah 20 kV. Sampel uji yang digunakan terdiri dari dua jenis tipe sirip yaitu besar besar (BBB) dan besar kecil besar (BKB). Gambar spesimen uji sampel bahan isolator ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Sampel Bahan Isolator Keramik 20 KV

6

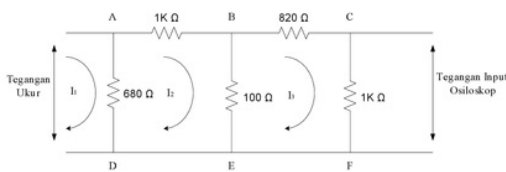
Untuk mendapatkan data-data arus bocor pada masing-masing sampel, maka dilakukan pengukuran arus bocor pada kondisi kering dan basah dengan rangkaian pengujian yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Pengukuran Arus Bocor

2

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 dan sela jarum.



Gambar 5. Rangkaian pembagi tegangan

Untuk mendapatkan nilai arus bocor digunakan perhitungan :

$$I = 0,0501 \times V_{CF} \text{ A} \quad (1)$$

Dimana V_{CF} merupakan tegangan yang terbaca pada osiloskop.

2

3. Hasil dan Analisa

3.1. Hasil Pengukuran Sudut Kontak

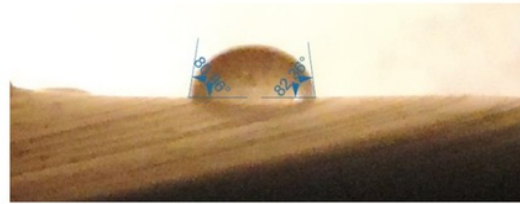
3

Karakteristik fisik suatu isolator yang perlu diperhatikan adalah hidrofobisitas. Hidrofobisitas menyatakan mudah tidaknya suatu isolator bereaksi dengan 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.

Hasil pemotretan berdasarkan pengamatan secara langsung melalui pemotretan kamera digital dihubungkan dan disimpan pada komputer atau laptop. Data yang tersimpan akan diolah untuk mendapatkan nilai sudut pada sisi kanan dan sisi kiri isolator uji yang diukur.

3.1.1. Pengukuran sudut kontak isolator resin epoksi silika bentuk sirip BKB

Hasil pengukuran sudut kontak isolator resin epoksi silika sirip BKB adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Sudut kontak permukaan isolator polimer resin epoksi bentuk sirip BKB

Sudut kontak kiri = $80,96^{\circ}$
 Sudut kontak kanan = $82,36^{\circ}$

4

Untuk menentukan sudut kontak dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Sudut kontak} &= \frac{\text{Sudut kontak kiri} + \text{sudut kontak kanan}}{2} \\ &= \frac{86,97^{\circ} + 89,19^{\circ}}{2} \\ &= 81,66^{\circ} \end{aligned}$$

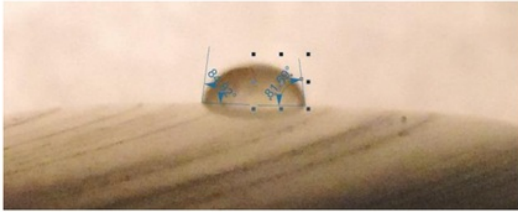
Tabel 1. Nilai sudut kontak permukaan isolator tipe sirip BKB

Data	Sudut Kontak Kiri	Sudut Kontak Kanan	Sudut Kontak Rerata
1	$80,96^{\circ}$	$82,36^{\circ}$	$81,66^{\circ}$
2	$81,58^{\circ}$	$85,36^{\circ}$	$83,47^{\circ}$
3	$82,93^{\circ}$	$80,7^{\circ}$	$81,81^{\circ}$
		Rerata	$82,31^{\circ}$

Berdasarkan gambar 6 pengukuran sudut kontak isolator dengan tipe sirip BBB di atas menunjukkan nilai sudut kontaknya $81,66^{\circ}$ dan berada di kisaran 30° sampai dengan 89° , sehingga dapat dikategorikan bersifat *partially wetted* (basah sebagian).

3.1.2 Pengukuran sudut kontak isolator resin epoksi silika bentuk sirip BBB

Dengan cara pengukuran sudut kontak yang sama hasil pengukuran dari pengamatan pada isolator isolator resin epoksi silika sirip BBB adalah sebagai berikut.



Gambar 7. Sudut kontak permukaan isolator polimer resin epoksi bentuk sirip BBB

Sudut kontak kiri = 84,92⁰
 Sudut kontak kanan = 81,59⁰
 Untuk menentukan sudut kontak dapat digunakan rumus sebagai berikut:
 Sudut kontak = $\frac{\text{Sudut kontak kiri} + \text{sudut kontak kanan}}{2}$
 $= \frac{84,92^0 + 81,59^0}{2}$
 $= 83,25^0$

Tabel 2. Nilai sudut kontak permukaan isolator tipe sirip BBB

Data	Sudut Kontak Kiri	Sudut Kontak Kanan	Sudut Kontak Rerata
1	84,92 ⁰	81,59 ⁰	83,25 ⁰
2	75,96 ⁰	78,24 ⁰	77,1 ⁰
3	82,46 ⁰	80,44 ⁰	81,45 ⁰
		Rerata	80,6 ⁰

Berdasarkan gambar 7 pengukuran sudut kontak isolator dengan tipe sirip BBB di atas menunjukkan nilai sudut kontaknya 83,25⁰ dan berada di kisaran 30⁰ sampai dengan 89⁰, sehingga dapat dikategorikan bersifat *partially wetted* (basah sebagian).

Kedua isolator tersebut dikatakan bersifat *partially wetted* (basah sebagian), hal ini disebabkan karena pengaruh adanya pasir silika dalam isolator tersebut. Pasir silika memiliki unsur penyusun kimia SiO₂ berupa kristal silika dan memiliki sifat hidrofilik atau menyerap air, yang dapat menyebabkan meningkatnya arus bocor pada permukaan isolator. Sifat hidrofobik ini berbanding lurus dengan nilai sudut kontak suatu bahan, sehingga bila nilai sudut kontak semakin kecil maka sifat hidrofobik suatu bahan akan semakin buruk.

3.2 Hasil Pengukuran Arus Bocor Bahan Isolator Keramik

Tabel 3. Data Pengukuran Arus Bocor Kondisi Kering

Tipe sirip	Tegangan Uji (kV)	Nilai Arus Bocor (mA)			
		I	II	III	Rata-rata
BBB	10	0.62	0.65	0.62	0.63
	12.5	0.79	0.77	0.75	0.77
	15	0.91	0.90	0.93	0.91
BKB	10	0.66	0.64	0.66	0.65
	12.5	0.86	0.85	0.85	0.86
	15	1.03	1.01	0.98	1.01

Berdasarkan data arus bocor pada tabel 1, nilai arus bocor meningkat sebanding dengan peningkatan nilai tegangan yang diterapkan pada bahan isolator. Hal ini disebabkan terjadinya peningkatan pelepasan muatan pada permukaan isolator.

Nilai arus bocor rata-rata pada isolator dengan bentuk sirip tipe BKB lebih besar dari nilai arus bocor rata-rata isolator dengan bentuk 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.

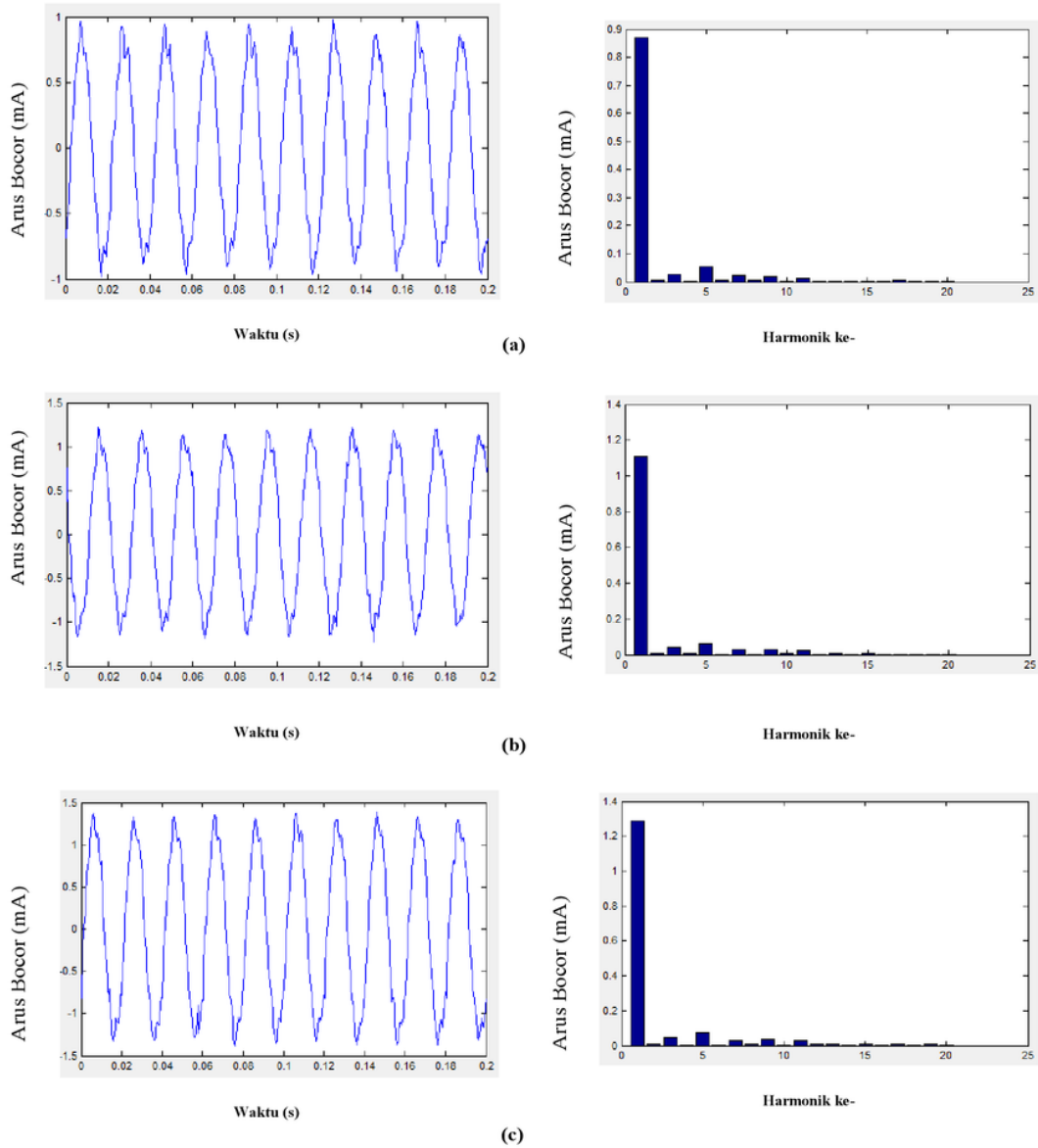
Tabel 4. Data Pengukuran Arus Bocor Kondisi Basah

Tipe sirip	Tegangan Uji (kV)	Nilai Arus Bocor (mA)			
		I	II	III	Rata-rata
BBB	10 kV	15.50	15.10	15.10	15.23
	12.5 kV	19.84	19.76	19.97	19.86
	15 kV	25.77	24.52	24.57	24.95
BKB	10 kV	37.96	36.51	37.74	37.40
	12.5 kV	60.52	50.93	58.28	56.57
	15 kV	69.30	76.98	72.13	72.80

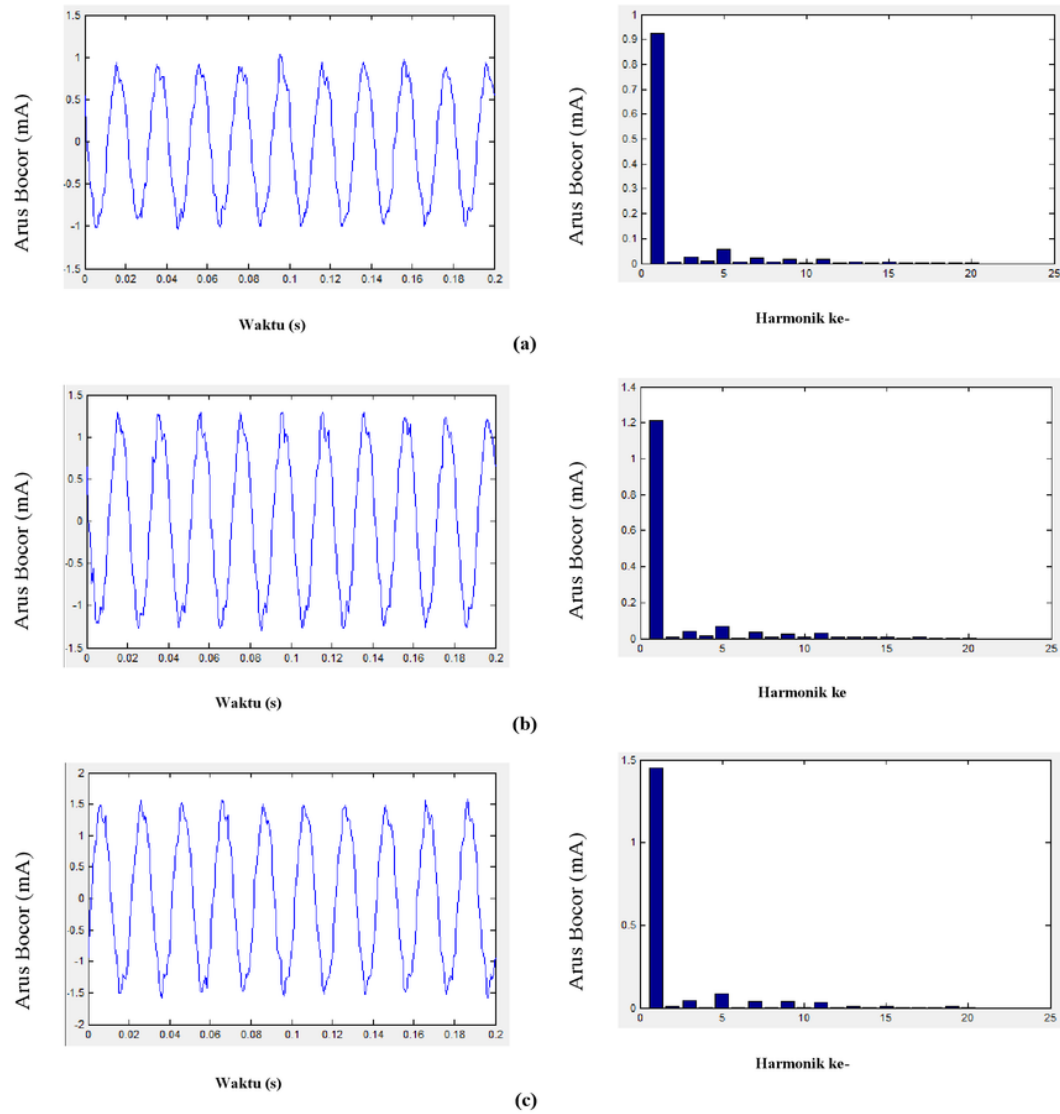
Berdasarkan data arus bocor yang ditunjukkan pada tabel 2, nilai arus bocor bahan isolator meningkat sebanding dengan peningkatan nilai tegangan yang diterapkan pada bahan isolator. Arus bocor pada kondisi permukaan isolator basah bernilai lebih besar dibandingkan arus bocor pada kondisi permukaan isolator kering. Titik - titik air pada permukaan isolator meningkatkan nilai konduktifitas permukaan isolator. Meningkatnya nilai arus bocor pada kondisi basah juga disebabkan adanya kandungan logam (Fe 0.0384 mg/L, Pb 0.0066 mg/L) dan kandungan ion (Sulfat 1.8991 mg/L, Nitrat 0.0972 mg/L, Fosfat 0.0415mg/L) dengan daya hantar listrik sebesar 11.3 μmhos/cm. Dengan adanya pertambahan nilai konduktifitas permukaan isolator, maka nilai tahanan permukaan isolator pada kondisi basah akan berkurang. Akibatnya, arus bocor permukaan isolator pada kondisi basah bernilai lebih besar dari arus bocor isolator pada kondisi kering.

Sama halnya pada kondisi kering, pada pengujian isolator kondisi basah isolator dengan tipe sirip BKB lebih besar nilai arus bocornya dibandingkan dengan tipe sirip BBB.

3.3 Analisis Bentuk Gelombang dan Nilai THD Arus Bocor Permukaan Isolator Resin Epoksi



Gambar 8. Bentuk gelombang dan spektrum harmonik hasil simulasi matlab isolator resin epoksi tipe sirip BBB kondisi kering (a) Tegangan 10kV (b) Tegangan 12,5 kV (c) Tegangan 15 kV



Gambar 9. Bentuk gelombang dan spektrum harmonik hasil simulasi matlab isolator resin epoksi tipe sirip BKB kondisi kering (a) Tegangan 10kV (b) Tegangan 12,5 kV (c) Tegangan 15 kV

Tabel 5. Nilai THD hasil pengolahan arus bocor permukaan isolator polimer kondisi kering tipe BBB

Isolator	Tegangan (kV)	I _{rms} (mA)	Rata-rata (mA)	THD (%)	Rata-rata (mA)
BBB	10	0.62	0.63	7.98	7.52
		0.65		7.27	
		0.62		7.30	
BBB	12,5	0.79	0.77	8.17	8.22
		0.77		8.32	
		0.75		8.17	
BBB	15	0.91	0.91	8.36	8.31
		0.90		8.29	
		0.93		8.28	

Tabel 6. Nilai THD hasil pengolahan arus bocor permukaan isolator polimer kondisi kering tipe BKB

Isolator	Tegangan (kV)	I _{rms} (mA)	Rata-rata (mA)	THD (%)	Rata-rata (mA)
BKB	10	0.66	0.65	7.55	7.12
		0.64		7.01	
		0.66		6.79	
BKB	12,5	0.86	0.86	8.16	8.09
		0.85		7.90	
		0.85		8.21	
BKB	15	1.03	1.01	8.02	8.25
		1.01		8.59	
		0.98		8.14	

Pada gambar 9 dapat dilihat pada gambar gelombang arus bocor terlihat sedikit terdistorsi. Distorsi harmonik yang muncul pada gelombang tersebut disebabkan karena munculnya *partial discharges* pada permukaan isolator uji. Semakin besar tegangan yang diterapkan pada isolator maka magnitude arus bocor yang dihasilkan juga semakin besar. Pada spektrum frekuensi, selain komponen fundamental, muncul pula komponen-komponen harmonik dengan magnitude yang relatif kecil dan didominasi komponen harmonik ganjil (3,5,7,9). Terlihat pula bahwa pada komponen harmonik nilai magnitudenya akan semakin meningkat setiap mengalami kenaikan tegangan.

Pada tabel 3 dan 4 terlihat bahwa semakin besar tegangan uji, THD yang dihasilkan juga semakin besar. Ini disebabkan karena semakin besar tegangan uji, arus maksimum yang dihasilkan juga semakin besar. Diketahui bahwa, arus bocor sesaat terbentuk dari komponen-komponen harmonik arus bocor. THD merupakan pembagian dari penjumlahan akar kuadrat komponen-komponen harmonik dengan komponen fundamental. Jadi, dengan naiknya tegangan uji, komponen-komponen harmonik semakin banyak dan komponen fundamental juga semakin besar.

Bentuk sirip isolator berpengaruh terhadap nilai THD yang dihasilkan. Isolator dengan tipe sirip BBB memiliki nilai THD yang lebih besar dibandingkan dengan isolator tipe sirip BKB. Hal tersebut dikarenakan isolator tipe BBB memiliki jarak rayap dan luas permukaan yang lebih besar. Luas permukaan yang besar mengakibatkan

intensitas terjadinya peluahan pulsa arus pada pita kering atau *sparkover* semakin meningkat.

Tabel 7. Nilai THD hasil pengolahan arus bocor permukaan isolator polimer kondisi basah tipe BBB

Isolator	Tegangan (kV)	I _{rms} (mA)	Rata-rata (mA)	THD (%)	Rata-rata (mA)
BBB	10	15.50	15.23	5.99	5.78
		15.10		5.68	
		15.10		5.68	
BBB	12,5	19.84	19.86	5.92	5.66
		19.76		5.54	
		19.97		5.54	
BBB	15	25.77	24.95	5.57	5.48
		24.52		5.47	
		24.57		5.38	

Tabel 8. Nilai THD hasil pengolahan arus bocor permukaan isolator polimer kondisi basah tipe BKB

Isolator	Tegangan (kV)	I _{rms} (mA)	Rata-rata (mA)	THD (%)	Rata-rata (mA)
BKB	10	37.96	37.40	5.48	4.86
		36.51		4.77	
		37.74		4.32	
BKB	12,5	60.52	56.57	3.10	3.05
		50.93		3.47	
		58.28		2.58	
BKB	15	69.30	72.80	3.00	2.64
		76.98		8.59	
		72.13		8.14	

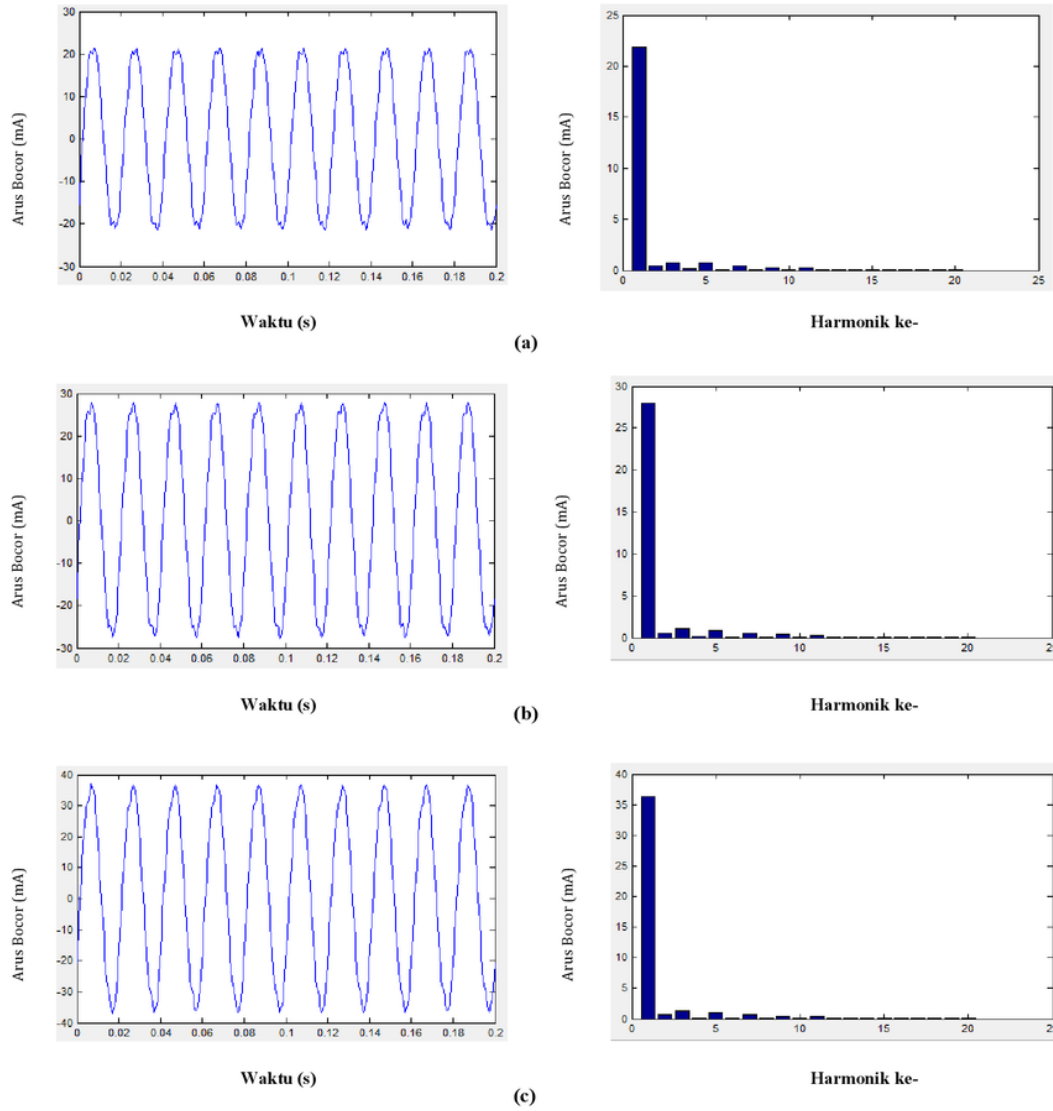
Bila dilihat pada tabel 5 dan 6 pada kondisi basah bentuk gelombang yang dihasilkan cenderung gelombang sinusoidal linear. Semakin tinggi tingkat konduktivitas permukaan isolator, bentuk gelombang arus bocor isolator mengarah ke bentuk sinusoidal murni. Hal ini disebabkan permukaan isolator terlapisi oleh air hujan. Titik-titik air pada permukaan isolator meningkatkan nilai konduktivitas permukaan isolator, sehingga tidak terjadi lompatan peluahan pulsa arus listrik sesaat pada pita kering. Dengan adanya penambahan nilai konduktivitas permukaan isolator, maka nilai tahanan permukaan isolator pada kondisi basah akan berkurang. Jika dibandingkan dengan kondisi kering, nilai magnitude gelombang dan komponen dasar harmonik arus bocor pada kondisi basah terlihat lebih besar, namun komponen harmonik arus bocor yang terbentuk semakin berkurang. Sehingga, THD yang dihasilkan semakin kecil atau mendekati nol.

Sama halnya pada kondisi kering, bentuk sirip isolator berpengaruh terhadap nilai THD yang dihasilkan. Isolator dengan tipe sirip BBB memiliki nilai THD yang lebih besar dibandingkan dengan isolator tipe sirip BKB.

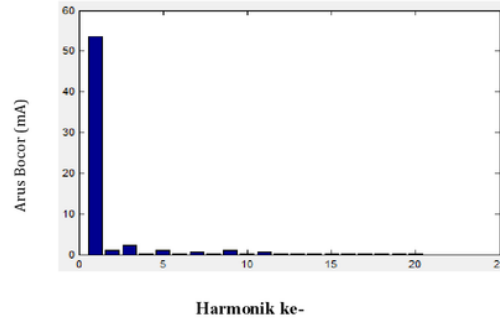
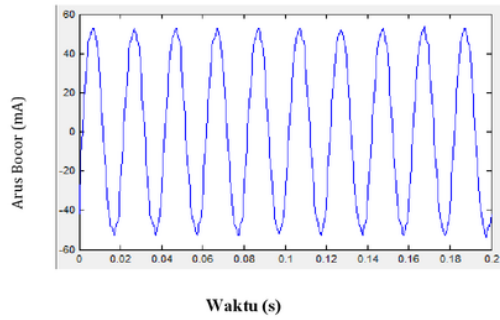
Tabel 7 menunjukkan hubungan antara bentuk gelombang, magnituda arus bocor, THD, serta hasil pengamatan kondisi permukaan isolator resin epoksi pada kondisi kering dan basah.

Tabel 9. Perbandingan bentuk gelombang, spektrum frekuensi, magnitudo arus bocor, THD, dan kondisi permukaan isolator resin epoksi pada kondisi kering dan basah

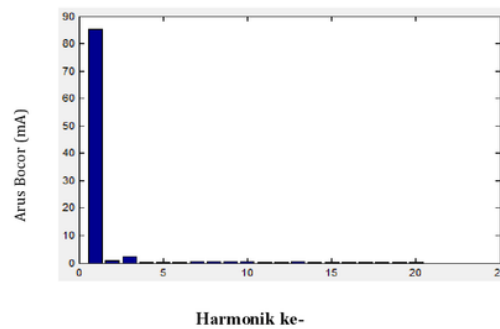
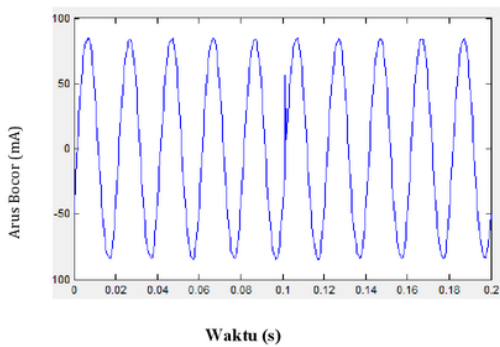
Kondisi Pengujian	Magnituda arus bocor	Bentuk gelombang	Komponen harmonik	THD	Kondisi permukaan isolator
Kering	Rendah	Mendekati sinusoidal	Ganjil-kecil	Rendah	Normal
Basah	Tinggi	Sinusoidal	Ganjil-sangat kecil	Rendah	-Konduktansi permukaan tinggi -Panas -Medan listrik tinggi



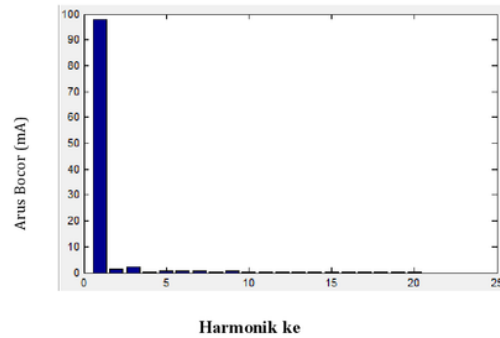
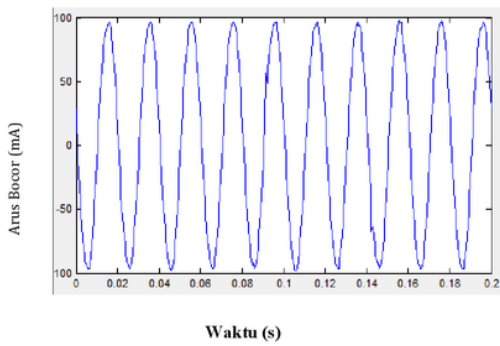
Gambar 10. Bentuk gelombang dan spektrum harmonik hasil simulasi matlab isolator resin epoksi tipe sirip BBB kondisi basah (a) Tegangan 10kV (b) Tegangan 12,5 kV (c) Tegangan 15 kV



(a)



(b)



(c)

Gambar 11. Bentuk gelombang dan spektrum harmonik hasil simulasi matlab isolator resin epoksi tipe sirip BKB kondisi basah (a) Tegangan 10kV (b) Tegangan 12,5 kV (c) Tegangan 15 kV

4. Kesimpulan

Nilai sudut kontak berpengaruh terhadap sifat hidrofobik suatu bahan isolator. Besar nilai sudut kontak permukaan isolator resin epoksi silika berada diantara 80° - 83° dan termasuk kategori *partially wetted* (basah sebagian). Nilai arus bocor pada isolator dipengaruhi oleh kelembaban permukaan isolator. Permukaan isolator yang lembab akan menurunkan nilai tahanan permukaan isolator sehingga arus bocor yang mengalir di permukaan isolator akan semakin besar. Nilai arus bocor bahan isolator resin epoksi silika 20 KV cenderung meningkat untuk setiap penambahan variasi tegangan yang diterapkan pada isolator. Kenaikan nilai arus bocor disebabkan oleh meningkatnya jumlah pelepasan muatan yang terjadi pada permukaan isolator. Semakin panjang jarak lintasan/rayap (*leakage or creepage distance*) dan semakin besar luas penampang isolator maka nilai arus bocor yang dihasilkan akan semakin kecil. 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. Hasil penelitian menunjukkan bahwa magnituda arus bocor dan THD dapat digunakan sebagai parameter penentuan kondisi permukaan isolator.

ANALISIS DISTORSI HARMONIK TOTAL ARUS BOCOR PERMUKAAN ISOLATOR RESIN EPOKSI PENGISI SILIKA KONDISI KERING DAN BASAH

ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.unand.ac.id Internet Source	7%
2	ejournal3.undip.ac.id Internet Source	3%
3	ojs.polinpdg.ac.id Internet Source	1%
4	25.htmdietfacts.com Internet Source	1%
5	ml.scribd.com Internet Source	1%
6	jsiskom.undip.ac.id Internet Source	<1%
7	Submitted to Universitas Jenderal Soedirman Student Paper	<1%
8	ejournal.stikom-db.ac.id Internet Source	<1%

9

totoari.blogspot.com

Internet Source

<1%

10

Submitted to Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Student Paper

<1%

11

eprints.undip.ac.id

Internet Source

<1%

12

Submitted to Anadolu University

Student Paper

<1%

13

media.neliti.com

Internet Source

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

ANALISIS DISTORSI HARMONIK TOTAL ARUS BOCOR PERMUKAAN ISOLATOR RESIN EPOKSI PENGISI SILIKA KONDISI KERING DAN BASAH

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10
