

ANALISIS ARUS BOCOR ISOLATOR POS *SILICONE RUBBER* 20 kV PADA KONDISI KERING DAN BASAH

Mukti Friyan Aditama.¹, Moch. Dhofir, Drs., Ir., MT.², Rini Nur Hasanah, Dr., S.T., M.Sc.³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, ^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Elektro, Universitas Brawijaya
Jalan MT Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail: _friyan.aditama@gmail.com

ABSTRAK

Isolator pos berbahan *silicone rubber* adalah isolator dengan bahan penyusun yang belum banyak digunakan, pada pemasangannya isolator ini lebih banyak dipasang di ruang terbuka sehingga dapat terpengaruh oleh lingkungan. Misalnya pengaruh dari kelembaban, air hujan, sambaran petir, suhu, radiasi ultraviolet dan lainnya. Dalam penelitian ini dibahas analisis pengaruh tegangan dan pembasahan terhadap nilai arus bocor pada isolator pos *silicone rubber*. Tegangan uji yang digunakan antara 10 kV sampai 30 kV dengan variasi tegangan 5 kV dan digunakan empat variasi intensitas pembasahan. Pada pengujian ini didapatkan data berupa nilai arus bocor pada dua kondisi yaitu, kering dan basah. Yang nanti data hasil pengujian akan dibandingkan antara kondisi kering dengan intensitas pembasahan rendah sampai tinggi. Pada kondisi basah semakin tinggi tingkat pembasahan dan tegangan, nilai arus bocor yang dihasilkan naik secara tidak linear. Arus bocor yang melewati permukaan isolator pos *silicon rubber* dapat menyebabkan rugi-rugi daya.

Kata kunci: intensitas pembasahan, arus bocor, *silicon rubber*.

ABSTRACT

Post insulators made from silicone rubber is an insulator with compiler material that have not been widely used. Mostly, in isolator installations are installed in outdoor, so the environment can affect it, for example, the influence of humidity rainwater, lightning, temperature, ultraviolet radiation, etc. In this research is discussed the analysis of voltage and discussion toward the value of leakage current on the post insulator silicone rubber. The experiment of voltage used between 10 kV to 30 kV with 5 kV voltage variation and used four variations of intensity discussion. In this experiment obtained the data that formed value of leakage current on two conditions, namely, dry and wet. Thus, the result data experiment will be compared between dry conditions with the intensity of low or high discussion. In wet conditions the higher level of discussion and voltage, the value of leakage current resulted on the rise is not linear. The Leakage current that is through the surface of post insulators silicon rubber can cause energy loss.

Keywords: *wetting intensity, leakage current, silicon rubbe*

I. PENDAHULUAN

Untuk memenuhi kebutuhan akan energi listrik yang semakin meningkat maka dibutuhkan suatu pembangkit yang memadai dan dibutuhkan pula saluran transmisi yang baik untuk menyalurkan tenaga listrik dari pembangkit kepada beban yaitu konsumen. Dalam sebuah sistem penyaluran tenaga listrik terdapat banyak sekali perangkat atau alat yang digunakan dan salah satunya adalah isolator.

isolator jaringan tenaga listrik merupakan alat untuk tempat menopang kawat penghantar jaringan pada tiang-tiang listrik (*tower*) 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 mengakibatkan terjadinya kerusakan pada sistem jaringan tenaga listrik [1].

Pada pemasangannya isolator ini lebih banyak dipasang di ruang terbuka sehingga dapat terpengaruh oleh lingkungan yang ada di sekitarnya, misalnya pengaruh dari kelembaban, air hujan, sambaran petir, suhu, radiasi ultraviolet dan lainnya.

Pengaruh lingkungan dapat menyebabkan penurunan fungsi kerja dibawah kinerja seharusnya dari isolator tersebut. Hal ini akan menyebabkan kegagalan isolasi. peningkatan arus bocor yang ditimbulkan akan menambah rugi daya pada saluran transmisi tersebut. Sampai saat ini isolator yang sering digunakan adalah berbahan kaca dan keramik yang memiliki kekurangan terhadap perubahan resistansi permukaan ketika kondisi basah yang menyebabkan peningkatan arus bocor yang dihasilkan oleh isolator. Telah dikembangkan suatu bahan polimer *silicone rubber* sebagai isolator yang memiliki kelebihan dibanding dengan bahan keramik dan gelas. Antara lain memiliki berat yang ringan, ketahanan terhadap vandalisme, kinerja yang lebih baik pada keadaan berpolusi dalam kondisi basah, dan sebanding atau lebih baik dalam menahan tegangan dibanding dengan isolator berbahan porselen atau kaca [2].

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis pengaruh nilai arus bocor terhadap perubahan tegangan dan nilai pembasahan pada isolator pos berbahan *silicon rubber*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Curah Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) millimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu millimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu. Curah hujan diukur dalam satuan millimeter (mm) dan pengukuran curah hujan dilakukan melalui alat yang disebut penakar curah hujan [3].

Curah hujan di Indonesia memiliki tingkatan berdasarkan intensitasnya yaitu ringan dengan intensitas (1-5 mm/jam), sedang (5-10 mm/jam), lebat (10-20 mm/jam) dan sangat lebat (diatas 20 mm/jam) [4].

B. Isolator *Silicon Rubber*

Isolator berfungsi sebagai pemisah antar bagian yang bertegangan dan antara bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan. Isolator jenis pos ini bagian atasnya diberi tutup (*cap*) dan bagian bawah diberi pasak yang terbuat dari bahan besi atau baja tempaan. Bahan yang digunakan untuk isolator jenis pos ini biasanya terbuat dari bahan porselin basah yang murah harganya [1].

Pembuatan bahan *Siliconer Rubber* (SIR) dapat dilakukan dengan vulkanisasi PDMS yaitu pematangan (*curing*), untuk merubah molekul panjang agar saling berkaitan melalui proses kondensasi. Dalam menyesuaikan jenis isolator yang diinginkan maka dalam teknologi pembuatannya dapat menggunakan proses [5].



Gambar 1. Isolator pos berbahan *silicone rubber*

C. Arus Bocor

Pada keadaan bersih, permukaan isolator memiliki tahanan listrik yang besar. Pembentukan lapisan konduktif disebabkan adanya kontaminasi air pada permukaan isolator, hal ini dapat menyebabkan penurunan nilai tahanan pada permukaan isolator. Penurunan ini menyebabkan terjadinya arus bocor pada permukaan.

Arus bocor merupakan fungsi dari nilai resistansi permukaan isolator yang terkontaminasi, artinya dengan

menurunnya nilai resistansi ini diikuti dengan meningkatnya nilai arus bocor pada permukaan isolator. Karena arus bocor merupakan hasil pengukuran, maka sesuai dengan hukum Ohm menyatakan bahwa arus listrik (I) yang mengalir dalam sebuah bahan, berbanding lurus dengan tegangan (V), dan berbanding terbalik dengan resistansi (R). Sehingga dapat dinyatakan dengan Persamaan 1 dan 2 seperti di bawah ini.

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

$$R = \frac{V}{I} \quad (2)$$

Setelah didapatkan nilai resistansi permukaan, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai rugi daya listrik akibat yang ditimbulkan arus bocor tersebut. Rugi daya listrik dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 3 dibawah ini.

$$P_{\text{loss}} = I_{\text{lc}}^2 \cdot R_{\text{pol}} \quad (3)$$

D. Sudut Kontak

Sudut kontak perlu dilakukan untuk mengetahui sifat dari suatu bahan isolator. Ada 2 sifat dari suatu bahan, yaitu sifat menyerap air (*hydrophilic*) atau sifat menolak air (*hydrophobic*) dari suatu bahan. Isolator silicone rubber memiliki sifat permukaan untuk menolak air atau *hydrophobic* yang lebih baik dibandingkan bahan isolator lain seperti gelas dan keramik [6].

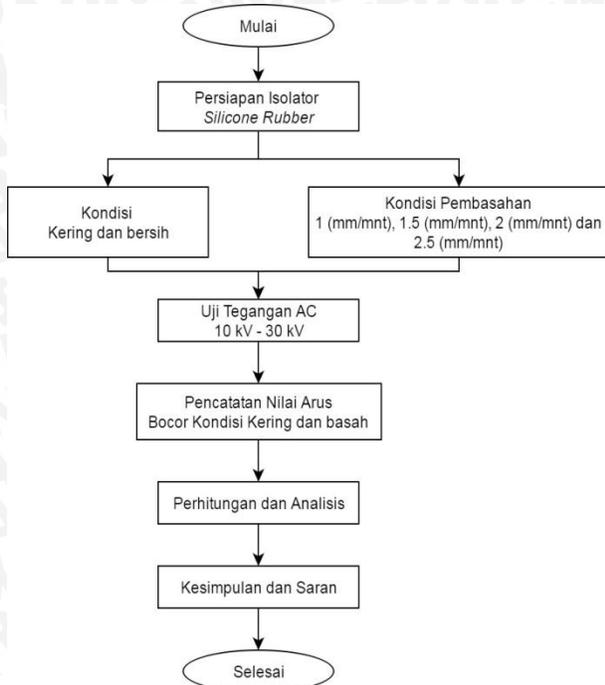
Untuk perhitungan sudut kontak rata-rata digunakan persamaan sebagai berikut,

$$\text{Sudut kontak rata-rata} = \frac{\text{Sudut kanan} + \text{Sudut kiri}}{2} \quad (4)$$

III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir Penelitian

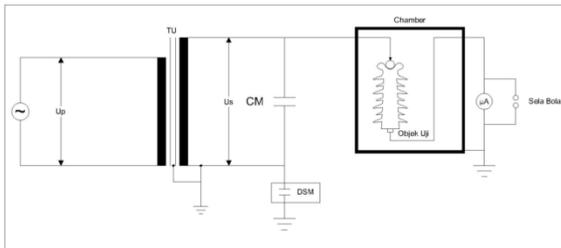
Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

B. Rangkaian Pengujian

Rangkaian pengujian yang digunakan untuk mengetahui arus bocor pada dua kondisi untuk isolator pos *silicon rubber* akan diberikan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian pengujian arus bocor isolator pos *silicone rubber* pada kondisi kering dan basah.

Dalam pengujian arus bocor digunakan tegangan bolak-balik (AC) dengan menggambarkan kondisi sebenarnya dilapangan di mana tegangan sistem yang digunakan adalah menggunakan tegangan bolak-balik. Tegangan uji yang digunakan sebsar 10-30 kV dengan rentang antara tegangan sebesar 5 kV. Besarnya arus bocor yang terjadi akan langsung ditampilkan pada Amperemeter, arus bocor yang terukur merepresentasikan arus yang melalui permukaan isolator. Tegangan kerja yang dikenakan dinaikkan secara bertahap dan diukur arus bocornya. Pada setiap tahap tegangan kerja akan dibiarkan selama 1 menit dan diukur kembali arus bocornya. Hal ini dilakukan sebanyak tiga kali untuk satu tahap tegangan kerja, kemudian diambil nilai rata-ratanya.

IV. PERHITUNGAN DAN ANALISA

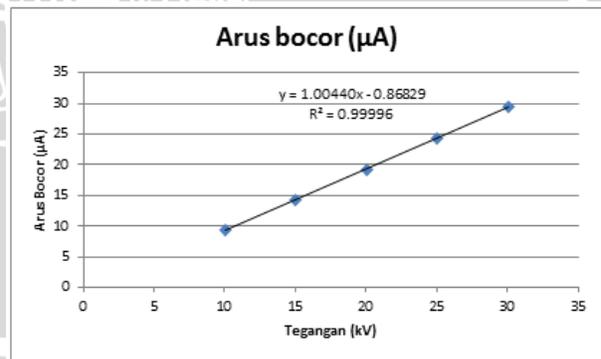
1. Data Hasil Pengujian Arus Bocor Pada Kondisi Kering

Pengujian arus bocor pada isolator bersih dalam kondisi kering menggambarkan saat isolator tersebut berada di lapangan dengan keadaan cuaca yang cerah. Pada pengujian ini yang akan diamati ialah pengaruh variasi tegangan uji yang diberikan terhadap arus bocor. Dalam pengujian arus bocor, variasi tegangan uji yang diberikan ialah 10 kV sampai 30 kV. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

TABEL I
DATA PENGUJIAN ARUS BOCOR PADA KONDISI KERING

No	Tegangan variasi (kV)	Arus bocor (µA)	rata tegangan (kV)	rata arus bocor (µA)
1	10.1	9.3	10.06	9.27
	10.02	9.2		
	10.05	9.3		
2	15.08	14.3	15.06	14.27
	15	14.2		
	15.09	14.3		
3	20.05	19.2	20.05	19.20
	20.07	19.3		
	20.02	19.1		
4	25.02	24.2	25.06	24.27
	25.09	24.3		
	25.07	24.3		
5	30.09	29.4	30.05	29.37
	30.05	29.4		
	30.01	29.3		

Berdasarkan data pada Tabel 1, maka dapat dibuat grafik hubungan antara nilai arus bocor terhadap tegangan uji yang digunakan pada isolator.



Gambar 4. Grafik Hubungan Arus Bocor terhadap Tegangan Pada Kondisi Kering

Dari grafik pada gambar 4 terlihat bahwa ada perbedaan nilai arus bocor yang mengalir pada nilai tegangan yang berbeda-beda. Semakin tinggi tegangan yang dikenakan maka arus bocor yang dihasilkan isolator pos semakin tinggi pula.

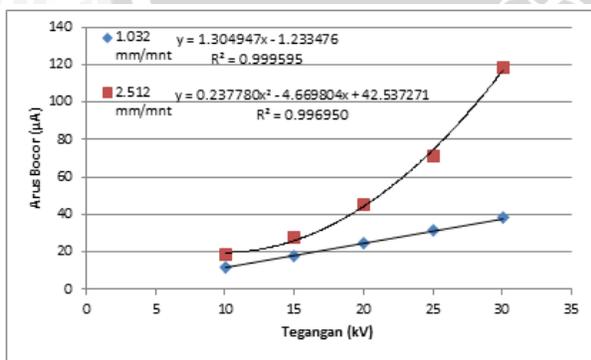
2. *Data Hasil Pengujian Arus Bocor Pada Kondisi Basah*

sama seperti perubahan arus bocor pada pengujian kondisi kering, pengujian pada kondisi basah juga mempengaruhi nilai arus bocor yang mengalir pada permukaan isolator. Pada tabel 2 di bawah ini merupakan perbandingan nilai arus bocor terhadap perubahan tegangan pada dua kondisi pembasahan yaitu intensitas pembasahan terendah dan tertinggi.

TABEL II
DATA HASIL PENGUJIAN ARUS BOCOR INTENSITAS PEMBASAHAN TERENDAH DENGAN INTENSITAS PEMBASAHAN TERTINGGI

No	Intensitas Pembasahan (mm/menit)	Tegangan (kV)	Arus Bocor (µA)
1	1.032	10.03	12.07
		15.02	18.17
		20.03	24.87
		25.03	31.23
		30.03	38.17
2	2.512	10.04	18.5
		15.03	27.93
		20.04	45.57
		25.04	71.33
		30.03	118.23

Pada tabel 2 di atas agar lebih mudah untuk melihat perbedaan arus bocor yang mengalir dari intensitas pembasahan yang rendah dengan intensitas pembasahan yang tinggi dapat dibuat grafik sebagai berikut.



Gambar 5. Grafik Arus Bocor Terhadap Tegangan Pada Kondisi Pembasahan Minimum dan Maksimum

Dari grafik yang diperoleh pada Gambar 5 diatas, dapat dilihat dengan jelas perbedaan arus bocor yang mengalir melalui permukaan isolator Pada pembasahan minimum yaitu 1.052 mm/menit arus bocor naik secara linear tetapi pada pembasahan maksimum 2.512 mm/menit semakin tinggi tegangan uji yang dikenakan kenaikan arus bocor semakin tidak secara linear. Perbedaan arus bocor yang mengalir dipengaruhi oleh

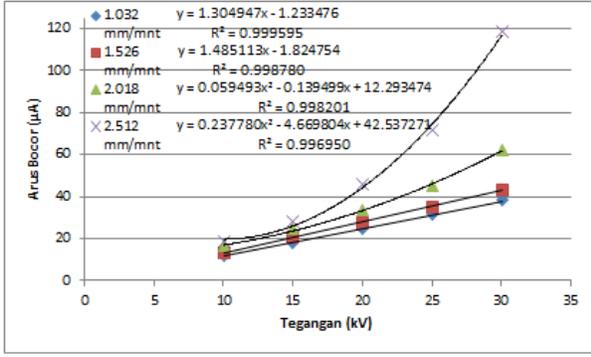
air yang menyentuh permukaan isolator, semakin banyak air yang melingkupi permukaan isolator maka semakin besar juga arus yang mengalir melalui permukaan isolator tersebut, hal ini dikarenakan permukaan isolator semakin konduktif sehingga arus listrik lebih mudah untuk mengalir.

Untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh perubahan tegangan dan intensitas pembasahan terhadap nilai arus bocor pada isolator pos berbahan *silicone rubber*, dilakukan penguji dengan beberapa tingkat intensitas pembasahan. Tingkat pembasahan yang digunakan pada pengujian arus bocor isolator pos *silicone rubber* dimulai dari 1.032; 1.526; 2.018; dan 2.512 mm/menit. Nilai yang diberikan pada Tabel 3 adalah nilai rata-rata dari tiga nilai yang dihasilkan pada pengujian.

TABEL III
DATA HASIL PENGUJIAN ARUS BOCOR PADA KONDISI BASAH

No	Intensitas Pembasahan (mm/menit)	Tegangan (kV)	Arus Bocor (µA)
1	1.032	10.03	12.07
		15.02	18.17
		20.03	24.87
		25.03	31.23
		30.03	38.17
2	1.526	10.04	13.47
		15.02	20.4
		20.03	27.33
		25.05	35.27
3	2.018	30.03	43.17
		10.04	16.4
		15.03	24.63
		20.02	33.3
4	2.512	25.04	45.17
		30.03	62.23
		10.04	18.5
		15.03	27.93
		20.04	45.57
		25.04	71.33
		30.03	118.23

agar lebih mudah untuk mengamati peningkatan nilai arus bocor yang melewati permukaan isolator pada tiap-tiap intensitas pembasahan, maka berdasarkan data pada Tabel 3 dibuatkan grafik hubungan arus bocor dengan tegangan yang dikenakan sebagai berikut.



Gambar 6. Grafik Arus Bocor Terhadap Tegangan Pada Kondisi Basah

Pada gambar 6 diatas dapat dilihat pengaruh dari tegangan dan intensitas pembasahan yang berbeda terhadap nilai arus bocor yang melewati permukaan isolator pos *silicone rubber*, dengan tegangan uji yang dinaikkan secara berturut-turut pada saat pengujian dilakukan. Kenaikan arus bocor yang terjadi pada isolator pos *silicone rubber* semakin tidak linear seiring dengan naiknya intensitas pembasahan yang diberikan. Semakin tinggi intensitas pembasahan yang mengenai permukaan isolator dan semakin tinggi tegangan uji yang dikenakan pada isolator pos *silicone rubber*, maka semakin tinggi juga arus bocor yang terjadi. Hal ini dikarenakan terdapat lapisan air yang menyentuh permukaan isolator semakin kontinyu, sehingga lapisan konduktif yang terbentuk semakin besar

3. Hubungan Tegangan Terhadap Nilai Arus Bocor Isolator Pos Silicone Rubber

Kenaikan Tegangan kerja juga akan memberikan dampak terhadap kenaikan arus bocor pada isolator pos *silicone rubber* pada kondisi kering dan basah. Berdasarkan hasil pengujian didapat nilai arus bocor pada tingkatan tegangan kerja seperti pada Tabel dan Grafik yang telah ditunjukkan sebelumnya. Hal tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut. Jika diantara elektroda (anoda dan katoda) diterapkan suatu tegangan sebesar V, maka akan timbul suatu medan listrik E yang mempunyai nilai dan arah tertentu. Didalam medan listrik, elektron-elektron bebas akan mendapat energi yang cukup kuat dan pergerakannya dipercepat, sehingga dapat merangsang proses ionisasi. Jika *gradient* tegangan yang ada terus dinaikkan maka jumlah elektron yang diionisasikan akan lebih banyak lagi jika dibandingkan jumlah ion yang ditangkap menjadi molekul oksigen. Tiap-tiap elektron ini kemudian akan berjalan menuju anoda secara kontinyu, sambil membuat benturan-benturan yang kemudian akan membebaskan lebih banyak lagi elektron. Dengan semakin banyaknya elektron yang dibebaskan maka akan menimbulkan banjir elektron yang disebut dengan *avalanche electron*. Karena gerakan elektron adalah fungsi dari tegangan dan arahnya berlawanan

dengan gerakan arus listrik, mak semakin tinggi tegangan yang diterapkan diantara kedua elektroda maka arus yang mengalir juga semakin besar.

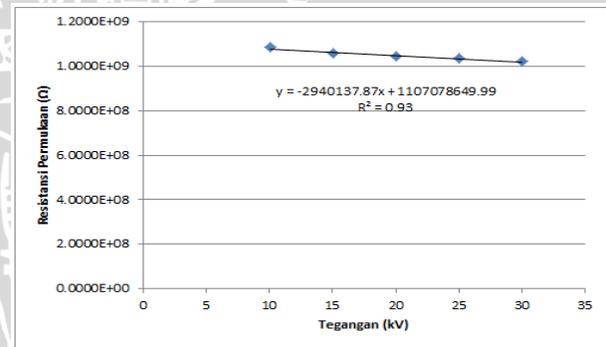
4. Pengaruh Perubahan Intensitas Pembasahan Terhadap Tahanan Permukaan Isolator

Nilai arus bocor suatu isolator yang melewati permukaan sangat ditentukan oleh besar kecilnya tahanan permukaan isolator tersebut. Nilai resistansi permukaan pada kondisi kering dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL IV
DATA NILAI RESISTANSI PERMUKAAN PADA KONDISI KERING

No	Tegangan (kV)	Arus Bocor (µA)	Resistansi Permukaan (MΩ)
1	10.06	9.27	1085.22
	15.06	14.27	1055.36
	20.05	19.2	1044.27
	25.06	24.27	1032.55
	30.05	29.37	1023.15

Resistansi permukaan pada kondisi kering mempunyai nilai resistansi yang cukup besar, namun semakin besar tegangan yang dikenakan maka nilai resistansinya menurun. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Grafik Kenaikan Tegangan Terhadap Nilai Resistansi Permukaan Pada Kondisi Kering

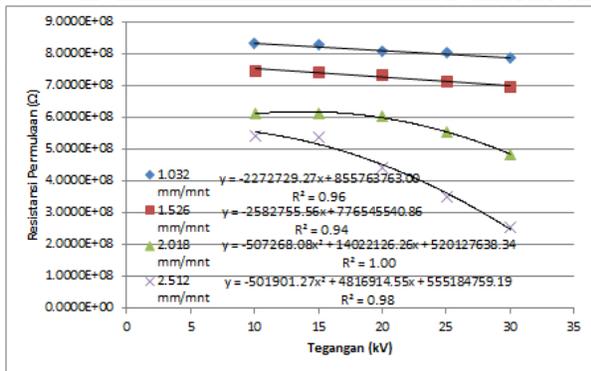
Untuk mengetahui pengaruh dari intensitas pembasahan terhadap arus bocor yang melewati permukaan isolator dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini

TABEL V
DATA RESISTANSI PERMUKAAN PADA TIAP INTENSITAS PEMBASAHAN

No	Intensitas Pembasahan (mm/menit)	Tegangan (kV)	Arus Bocor (µA)	Resistansi Permukaan (MΩ)
1	1.032	10.03	12.07	830.98
		15.02	18.17	826.63

		20.03	24.87	805.38
		25.03	31.23	801.14
		30.03	38.17	786.74
2	1.526	10.04	13.47	745.36
		15.02	20.3	739.9
		20.03	27.33	732.89
		25.05	35.27	710.23
3	2.018	30.03	43.17	695.62
		10.04	16.4	612.19
		15.03	24.63	610.23
		20.02	33.3	601.2
4	2.512	25.04	45.17	554.35
		30.03	62.23	482.56
		10.04	18.5	542.7
		15.03	27.93	538.13
		20.04	45.57	439.76
		25.04	71.33	351.04
		30.03	118.23	253.99

Resistansi permukaan pada kondisi kering memiliki resistansi yang cukup besar, namun pada kondisi basah resistansi akan turun. Semakin besar intensitas pembasahan yang diberikan pada isolator, maka resistansi permukaannya akan semakin turun. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Grafik Peningkatan Intensitas Pembasahan Terhadap Nilai Resistansi Permukaan Isolator

Dengan melihat grafik pada Gambar 8 diatas terlihat bahwa pengaruh intensitas pembasahan memberikan perubahan terhadap nilai resistansi permukaan isolator. Dengan semakin meningkatnya intensitas pembasahan dan dengan tegangan uji yang dinaikkan secara bertahap, maka menghasilkan nilai resistansi permukaan isolator yang semakin menurun, atau dengan kata lain dapat dikatakan sifat permukaan isolator semakin konduktif.

5. Pengaruh Intensitas Pembasahan Terhadap Rugi Daya Listrik

Semakin besar arus bocor yang mengalir pada permukaan isolator menandakan sifat permukaan yang

semakin konduktif dan menyebabkan penurunan kemampuan dari isolator dalam mengisolasi suatu daerah yang memiliki tegangan tinggi. Arus bocor yang mengalir menyebabkan rugi-rugi daya. Rugi daya listrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut,

$$P_{\text{loss}} = I_{\text{lc}}^2 \cdot R_{\text{pol}}$$

Hasil perhitungan nilai rugi daya pada kondisi kering dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

TABEL VI
RUGI DAYA ISOLATOR PADA KONDISI KERING

No	Tegangan (kV)	Arus Bocor (μA)	Resistansi Permukaan (MΩ)	Rugi Daya (W)	Rugi Energi (W.jam)
1	10.06	9.27	1085.22	0.0933	816.92
	15.06	14.27	1055.36	0.2149	1882.58
	20.05	19.2	1044.27	0.3850	3372.25
	25.06	24.27	1032.55	0.6082	5327.88
	30.05	29.37	1023.15	0.8826	7731.28

Untuk mengetahui pengaruh perubahan intensitas pembasahan terhadap nilai arus bocor yang melewati permukaan isolator dapat dilihat pada Tabel 7 dibawah ini.

TABEL VII
RUGI DAYA ISOLATOR PADA TIAP INTENSITAS PEMBASAHAN

No	Intensitas Pembasahan (mm/mnt)	Tegangan (kV)	Arus Bocor (μA)	Resistansi Permukaan (MΩ)	Rugi Daya (W)	Rugi Energi (W.jam)
1	1.032	10.03	12.07	830.98	0.1211	1060.5
		15.02	18.17	826.63	0.2729	2390.7
		20.03	24.87	805.38	0.4981	4363.72
		25.03	31.23	801.14	0.7814	6844.73
		30.03	38.17	786.74	1.1462	10041.06
2	1.526	10.04	13.47	745.36	0.1352	1184.69
		15.02	20.3	739.9	0.3049	2670.97
		20.03	27.33	732.89	0.5474	4795.37
		25.05	35.27	710.23	0.8835	7739.52
		30.03	43.17	695.62	1.2964	11356.39
3	2.018	10.04	16.4	612.19	0.1647	1442.37
		15.03	24.63	610.23	0.3702	3242.85
		20.02	33.3	601.2	0.6667	5839.98
		25.04	45.17	554.35	1.1311	9908.05
		30.03	62.23	482.56	1.8687	16370.24
4	2.512	10.04	18.5	542.7	0.1857	1627.07

	15.03	27.93	538.13	0.4198	3677.33
	20.04	45.57	439.76	0.9132	7999.78
	25.04	71.33	351.04	1.7861	15646.07
	30.03	118.23	253.99	3.5504	31101.13

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa naiknya intensitas pembasahan berpengaruh terhadap meningkatnya rugi daya. Contohnya pada dengan tegangan yang sama besar yaitu 10 kV dengan intensitas hujan 1,032 mm/menit dan 1,526 mm/menit. Terlihat bahwa terdapat perbedaan besar nilai rugi daya, rugi daya yang lebih besar berasal dari intensitas pembasahan yang lebih besar, apabila dibandingkan dengan data yang lain rugi daya akan semakin besar seiring meningkatnya intensitas pembasahannya.

6. Perhitungan Sudut Kontak

Untuk mengetahui sifat bahan untuk menolak air (*hydrophobic*) atau menerima air (*hydrophilic*) adalah berdasarkan sudut kontak atau sudut sentuh antara air dengan permukaan bahan.



Gambar 9. Pemotretan Sudut Kontak Pada Permukaan Isolator Pos *Silicone Rubber*

Dari gambar yang telah didapat dapat dihitung rata-rata sudut kontak yang ada pada permukaan isolator pos *silicone rubber*. Berdasarkan nilai sudut pada Gambar 9 diperoleh hasil sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Sudut kontak kiri} &= 118.87^\circ \\ \text{Sudut kontak kanan} &= 114.79^\circ \\ \text{Sudut kontak rata-rata} &= \frac{118.87^\circ + 114.79^\circ}{2} \\ \text{Sudut kontak rata-rata} &= 116.83^\circ \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang menunjukkan bahwa nilai rata-rata sudut kontak adalah 116.83°. Karena nilai hasil perhitungan didiatas 90° maka sifat dari bahan isolator *silicone rubber* adalah menolak air (*hydrophobic*). Dengan sifat *hydrophobic* dari bahan *silicone rubber* menyebabkan sudut kontak antara air dengan permukaan isolator lebih kecil dan menyebabkan arus bocor yang dihasilkan lebih kecil dibanding dengan bahan yang bersifat menerima air (*hydrophilic*).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan dari perhitungan dan analisis pada pembahasan sebelumnya, maka dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa.

1. Hasil pengukuran rata-rata sudut kontak isolator pos *silicone rubber* sebesar 116.83°, karena sudut kontak lebih besar dari 90°, sehingga dapat disimpulkan bahwa isolator ini dapat dikategorikan bersifat menolak air (*hydrophobic*).
2. Pada kondisi kering kenaikan tegangan akan diikuti dengan naiknya nilai arus bocor, peningkatan nilai arus bocor naik secara linier dan pada kondisi basah semakin tinggi tingkat pembasahan yang diberikan kenaikan nilai arus bocornya semakin tidak linier pada tegangan uji yang semakin tinggi.
3. Pada kondisi kering dengan tegangan 10 kV sampai 30 kV dengan variasi tegangan 5 kV arus bocor yang dihasilkan berturut-turut sebesar 9.27; 14.27; 19.20; 24.27 dan 29.37 µA. untuk kondisi basah dengan pembasahan tertinggi yaitu 2.512 mm/menit nilai arus bocornya berturut-turut sebesar 18.5; 27.93; 45.57; 71.33 dan 118.23 µA.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Suswanto, D. 2009. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik* . Padang : Penerbit Universitas Negeri Padang.

[2] Hackam, R. 1999. Outdoor HV Composite Polymeric Insulator, *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*. 6(V):557-585.

[3] Lakitan, Benyamin. 1997. Dasar-Dasar Klimatologi. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

[4] BMKG. 2010. *Kondisi Cuaca Ekstrem dan Iklim Tahun 2010-2011*. Jakarta: BMKG Press. <http://data.bmkg.go.id/share/Dokumen/>. (diakses 07 November 2016)

[5] Anton & T. Angrain. 2004. Karakteristik Permukaan Bahan Isolator Karet Silikon Terhadap Kemampuan Menolak Air. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Padang: Penerbit Universitas Negeri Padang.

[6] PFISTRER SFAG AG, 2015. *SILCOSIL® SILICONE INSULATOR Leading Innovations in Silicone Rubber Technology*. Switzerland