

## Studi Sifat Transfer Hidrofobik Dari Bahan Isolator Polimer Silicone Rubber Akibat Pengaruh Cuaca Didaerah Tropis Perkotaan

Samsurizal<sup>1</sup>, Rizki Pratama Putera<sup>1</sup>, Christiono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik - PLN, Jakarta Barat, DKI Jakarta.

### Informasi Artikel

Naskah Diterima : 11 Okt. 2018

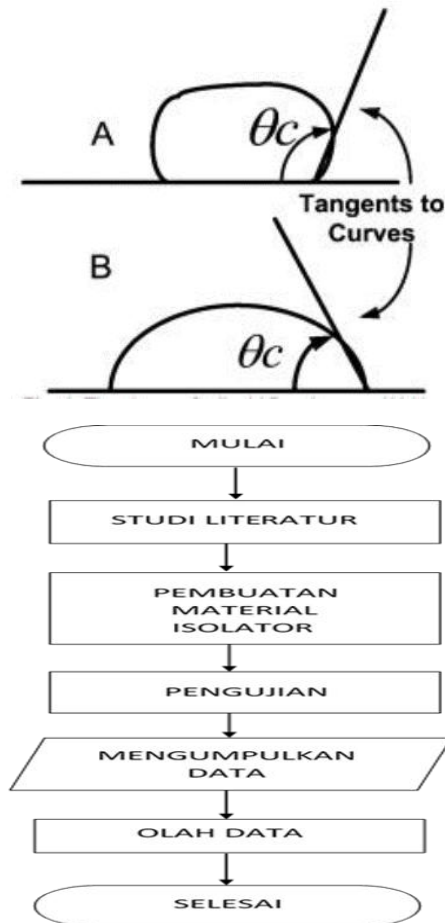
Direvisi : 14 November 2018

Disetujui : 16 Desember 2018

\*Korespondensi Penulis :

samsurizal@sttpln.ac.id

### Graphical abstract



### Abstract

A good outdoor plug insulator, which in addition to having good function and energy must also have a strong influence. This measurement aims to determine how special materials from hydrophobic materials from silicone rubber polymer insulators due to weather. Silicone rubber material filled with fly ash with filler composition 30% and 0% when open for 40 days then angular data for each day, the image is processed using ImageJ software to get the contact angle value. From printing results in general with air and surface materials without a downward trend on average. From and from different angles. This indicates the properties that are able to maintain the hydrophobic nature of the hydrophobicity recovery process. It is very common to decrease the contact angle, qualitatively caused by the absorption of air into the materials that start the rain. Based on the results of observation, the average contact angle of the material does not use fly ash fillers higher than fillers because the absorption of air by the filler fly is higher.

**Keywords** — Hidrofobik, Silicone rubber, Filler fly ash

### Abstrak

Isolator pasang luar ruangan dikatakan baik, dimana selain memiliki karakteristik elektrik dan mekanik yang baik tentunya juga harus memiliki daya tahan yang baik pula terhadap penuaan akibat pengaruh cuaca. Pengujian ini bertujuan untuk mengamati bagaimana penuaan bahan khususnya mengenai sifat hidrofobik dari bahan isolator polimer silicone rubber akibat pengaruh cuaca. Bahan silicone rubber berpengisi fly ash dengan komposisi filler 30% dan 0% ditempatkan pada ruangan terbuka selama 40 hari kemudian data sudut kontak diambil tiap hari, gambar diproses menggunakan software ImageJ untuk mendapatkan nilai sudut kontak. Dari hasil pengujian secara umum sudut kontak antara air dan permukaan bahan mengalami fluktuasi tanpa terjadi tren penurunan pada nilai rata-ratanya. Dari grafik perubahan sudut kontak juga terlihat beberapa kali sudut kontak naik setelah sebelumnya turun. Hal ini menandakan bahwa bahan tersebut mampu mempertahankan sifat hidrofobiknya dengan proses hydrophobicity recovery. Secara umum penurunan sudut kontak, secara kualitatif disebabkan oleh absorpsi air kedalam bahan ketika terjadi hujan. Berdasarkan hasil pengamatan didapat rata-rata sudut kontak bahan tidak menggunakan filler fly ash lebih tinggi dibandingkan bahan dengan filler dikarenakan absorpsi air oleh filler fly yang lebih tinggi sehingga mengurangi nilai sudut kontak permukaan atau menurunkan sifat hidrofobik dari bahan tersebut.

**Kata kunci** — Hidrofobik, Silicone rubber, Filler fly ash

© 2018 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

## 1. PENDAHULUAN

*Fly ash* adalah salah satu limbah yang berkategori berbahaya yang termasuk limbah B3. Hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik tenaga uap menghasilkan limbah berskala B3 berupa *fly ash* dan *bottom ash*, keadaan ini tentunya memerlukan perhatian yang besar dari semua pihak agar dampak negatifnya terhadap lingkungan tidak berlanjut dan meluas ke masyarakat. Salah satu alternatif pengolahan limbah *fly ash* terkait dengan industri kelistrikan adalah dengan menggunakannya sebagai bahan pengisi

atau filler pada bahan isolator *silicone rubber*.

Penggunaan *fly ash* sebagai filler adalah salah satu alternatif atau solusi yang memungkinkan dengan mempertimbangkan dan mempelajari kandungan dari *fly ash* itu sendiri yang ternyata sebagian besar terdiri dari silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dalam bentuk nano hingga mikropartikel. Dalam beberapa penelitian yang telah dilakukan, senyawa-senyawa ini diketahui dapat meningkatkan karakteristik elektrik dan mekanis dari bahan isolator *silicone rubber*.

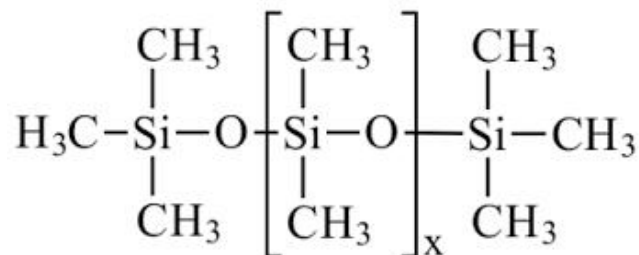
Isolator sebagai salah satu peralatan listrik memegang peranan penting dalam proses penyaluran energi listrik. Isolator pemasangan luar yang populer dikembangkan saat ini adalah isolator berbahan polimer, dikarenakan bahan polimer mempunyai banyak kelebihan dibandingkan bahan porselin dan gelas. Di antaranya adalah mempunyai sifat hidrofobik yang tinggi, mempunyai rapat massa yang lebih rendah, mudah dibuat karena tidak memerlukan suhu yang sangat tinggi dalam proses pembuatannya, dan mempunyai tingkat kerekatan yang tinggi. Salah satu bahan polimer yang populer digunakan saat ini adalah *silicone rubber* dimana bahan tersebut memiliki performa yang baik terhadap tekanan cuaca. Material ini dikenal memiliki sifat hidrofobik (menolak air) yang baik dan tahan terhadap paparan UV yang menjadi kelebihan dibanding material insulasi polimer lainnya.

## 2. LANDASAN TEORI

### 1.1 Latar Belakang

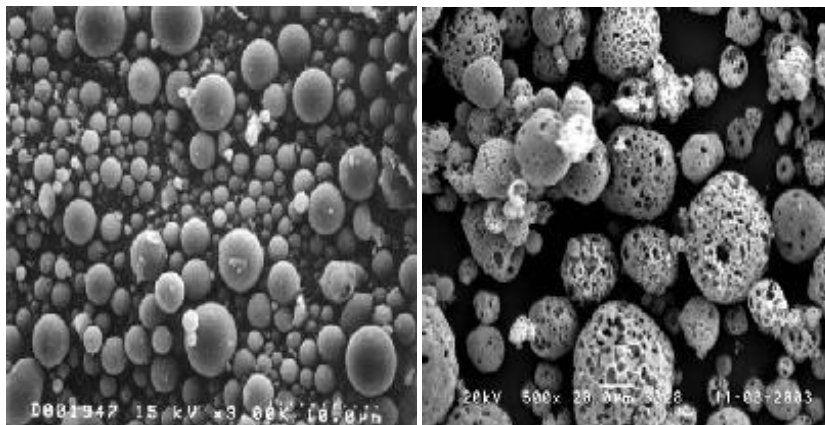
#### *Silicone rubber*

*Silicone rubber* adalah elastomer (bahan mirip karet) yang terdiri dari silikon- silikon polimer itu sendiri mengandung karbon, hidrogen, dan oksigen. *Silicone rubber* banyak digunakan dalam industri, dan ada beberapa formulasi. *Silicone rubber* sering terdiri dari satu atau dua bagian polimer, dan mungkin berisi pengisi (*filler*) untuk meningkatkan sifat atau mengurangi biaya. *Silicone rubber* umumnya non-reaktif, stabil, dan tahan terhadap lingkungan yang ekstrim dan suhu dari  $-55^\circ\text{C}$  sampai  $300^\circ\text{C}$ , dengan tetap mempertahankan sifat manfaatnya. Karena sifat-sifat dan kemudahan manufaktur dan pembentukannya, *silicone rubber* dapat ditemukan dalam berbagai macam produk termasuk isolator tegangan tinggi.



Gambar 1 Ikatan berulang dari *Silicone rubber* (Polydimethyl Siloxane).

*Fly ash* terdiri partikel bubuk yang sebagian besar adalah berbentuk bulat, baik padat atau berongga, dan sebagian besar bersifat kaca (amorf) secara alamiah. Bahan terkarbonasi dalam *Fly ash* terdiri dari partikel yang bersudut tajam. Distribusi ukuran partikel dari abu terbang batu bara *bituminous* umumnya mirip dengan abu endapannya. Meskipun abu terbang batu bara *sub bituminous* juga berukuran seperti partikel tersedimentasi, umumnya sedikit lebih kasar dibandingkan abu terbang batu bara *bituminous* [2-3].

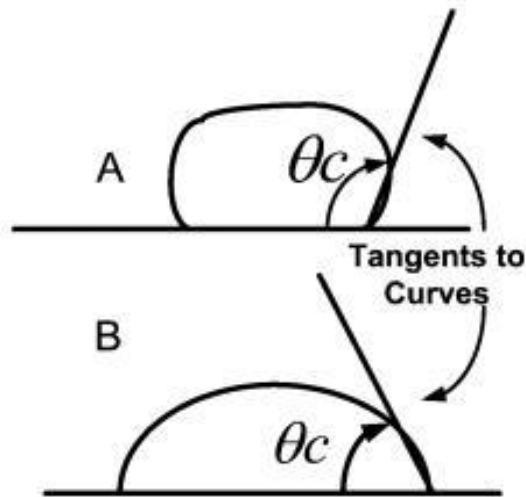


Gambar 2. Partikel *Fly ash* dengan *scanning electron microscopy*

## Hidrofobisitas

Hidrofobisitas dari bahan adalah suatu resistansi unuk mengalirkan air pada permukaannya. Suatu bahan disebut memiliki sifat hidrofobik yang tinggi jika air sulit mengalir pada permukaannya, dan disebut kurang hidrofobik jika air mudah mengalir pada permukaan bahan tersebut. Permukaan hidrofobik disebut anti air sedangkan bahan disebut hidrofilik jika air dengan mudah mengalir pada permukaannya.

Hidrofobisitas bahan dapat dijelaskan menggunakan sudut kontak pada permukaan bahan tetesan cairan membuat saat kontak dengan permukaan padat; sudut ini adalah ukuran keterbasahan permukaan. Materi yang mudah basah memungkinkan air menyentuh area permukaan yang besar dan karenanya membuat sudut kontak kurang dari  $90^\circ$ .



**Gambar 3.** Bentuk dari butiran air pada (A) permukaan hidrofobik dan (B) permukaan kurang hidrofobik

Sudut kontak dapat memberi informasi tentang surface energi, kekasaran permukaan, dan heterogenitas permukaan. Sudut kontak juga merupakan ukuran dari kontaminasi permukaan. Hidrofobisitas permukaan bahan insulasi seringkali dievaluasi secara kuantitatif dengan nilai sudut kontak yang terbentuk antara tetesan air dan permukaan bahan, yang tidak lain merupakan representasi langsung dari tegangan interfacemolekul air

### 1.2 Penelitian Terkait

Penelitian mengenai kandungan *fly ash* yaitu oleh Nadaf dkk 2013 dan Mahlaba dkk 2012 mengenai studi eksperimental dan analisis terhadap karakteristik fisik, kimia dan mineralogi dari *fly ash*. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa *fly ash* yang diteliti yaitu berjenis subbituminous memiliki bentuk partikel berukuran mikro hingga nano. Dari analisis SEM diketahui bahwa *fly ash* yang diteliti memiliki bentuk bulat dengan permukaan yang halus. Dari hasil XRD (x ray diffraction) diketahui bahwa *fly ash* terdiri dari quartz yang memiliki kadar terbanyak, dan juga memiliki kandungan mullite yang relatif tinggi.

Penelitian terkait mengenai *filler* isolator tegangan tinggi telah banyak dilakukan di dalam dan luar negeri. Penelitian pertama yaitu oleh G.Momen dan M. Farzaneh tahun 2010 yaitu “*Survey Of Micro/Nano Filler Use To Improve Silicone Rubber For Outdoor Insulation*”. Pada penelitian ini digunakan *micro partikel* sebagai bahan pengisi isolator *Silicone Rubber*. Hasilnya adalah dengan menggunakan *micro/nano particle* berupa silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan *aluminium trihydrate* ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) maka kekuatan mekanis dan elektrik dari isolator menjadi meningkat. Ukuran *nano/micro* partikel juga dapat meningkatkan sifat hidrofobik bahan isolator.

Penelitian selanjutnya oleh Eki Indra 2011 yaitu “*Studi Kekuatan Dielektrik Pada Bahan Campuran Abu Sekam Padi Dengan Resin Epoksi*”. Pada penelitian tersebut digunakan abu sekam padi sebagai *filler* isolator tegangan tinggi berupa resin epoksi. Abu sekam padi yang digunakan dalam penelitian tersebut diketahui memiliki kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang tinggi. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengukur tegangan tembus dari isolator polimer yaitu epoksi dengan *filler* abu sekam padi. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa dengan penambahan *filler* abu sekam padi pada resin epoksi maka tegangan tembus dari material isolator tersebut semakin menurun. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa *filler* abu sekam padi tidak cocok diaplikasikan pada resin epoksi. Penggunaan bahan pengisi lain yang lebih baik dianjurkan untuk diteliti lebih lanjut.

Pengujian yang dilakukan penulis ini ditujukan untuk mengetahui karakteristik perubahan sudut kontak terhadap pengaruh polusi dan cuaca di daerah tropis dan mengetahui proses fisik dari perubahan sudut kontak bahan *silicone rubber* berpengisi *fly ash*.

### 3. METODOLOGI

Secara sederhana proses penelitian ini dapat dijelaskan melalui diagram alir pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian yang dilakukan ini, peneliti melakukan dengan menempatkan isolator di bawah terpaan iklim tropis berpolusi tinggi di daerah perkotaan. Faktor cuaca yang mempengaruhi penuaan isolator khususnya perubahan sifat hidrofobik bahan tersebut diantaranya adalah : suhu, intensitas cahaya matahari, curah hujan, kelembapan, polusi.

Bahan akan diletakkan selama 40 hari kemudian setiap 24 jam sekali akan diukur sudut kontak menggunakan sessile drop method. Sudut kontak yang diukur menggunakan metode ini adalah sudut kontak statis, dimana data tersebut akan cukup untuk melihat bagaimana perubahan sifat hidrofobik dari bahan tersebut. Pada teknik sessile drop, pada dasarnya pengamatan sifat hidrofobik dilakukan dengan mengukur sudut kontak antara butiran air dan permukaan bahan. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi sudut kontak antara bahan dan butiran air yaitu tegangan permukaan bahan dan tegangan permukaan zat cair. Sudut kontak permukaan secara teori dapat diperoleh dengan persamaan berikut :

$$\gamma_{SG} - \gamma_{SL} - \gamma_{LG} \cos \theta_c = 0$$

Dimana :

$\gamma_{SG}$  : Tegangan Interfasial Solid/Gas

$\gamma_{SL}$  : Tegangan Interfasial Solid/Liquid

$\gamma_{LG}$  : Tegangan interfasial Liquid/gas

Dari persamaan tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar tegangan permukaan bahan maka sudut kontak akan semakin kecil pula. Semakin besar tegangan permukaan dari butiran zat cair maka sudut kontak akan semakin besar. Pada bahan padat, tegangan permukaan yang besar menandakan banyaknya atom-atom yang tidak jenuh pada permukaan bahan tersebut, ketidak jenuhan ini berarti ada ikatan-ikatan yang kosong atau membutuhkan elektron dari atom lain untuk membuat ikatan menjadi stabil. Akibatnya terjadi kenaikan sifat kohesif pada permukaan bahan ini. Jika atom dari bahan lain bersentuhan dengan permukaan bahan ini, misalnya zat cair maka daerah kontak antara zat cair dan permukaan bahan ini menjadi lebih besar, ini terjadi untuk menurunkan energi permukaan. Akibatnya sudut kontak antara zat cair tersebut menjadi lebih kecil

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil kajian yang kami lakukan dengan menempatkan isolator di bawah terpaan iklim tropis berpolusi tinggi di daerah perkotaan. Faktor cuaca yang mempengaruhi penuaan isolator khususnya perubahan sifat

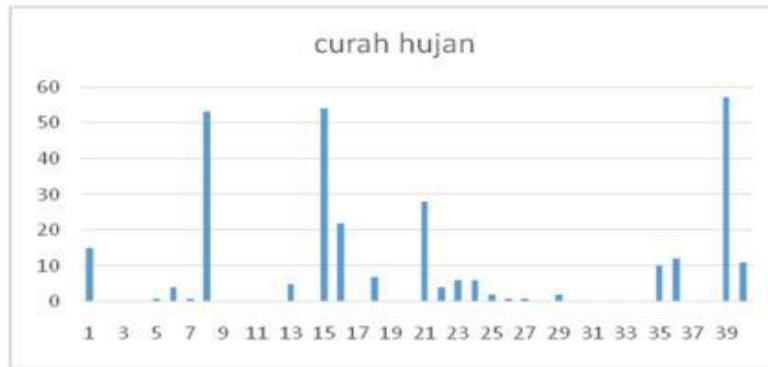
hidrofobik bahan tersebut diantaranya adalah : suhu, intensitas cahaya matahari, curah hujan, kelembapan, polusi. Maka dilakukan pengujian dengan hasil sebagai berikut :

**Tabel 4.1 Hasil Pengujian Suhu**

No.	Suhu		Suhu Rat-rata		Curah Hujan
	Tinggi	Rendah	Siang	Malam	
1	34	24	30	23	15
2	33	25	30	23	0
3	35	27	30	23	0
4	34	25	30	23	1
5	33	24	30	23	4
6	30	23	30	23	1
7	33	25	30	23	0
8	30	24	30	23	0
9	33	25	30	23	0
10	32	26	30	23	0
11	35	24	30	23	0
12	34	24	30	23	5
13	33	24	30	23	0
14	34	24	30	23	54
15	33	24	30	23	22
16	31	24	30	23	0
17	30	24	30	23	7
18	31	25	30	23	0
19	32	24	30	23	0
20	30	25	29	23	28
21	31	25	29	23	4
22	30	25	29	23	6
23	29	25	29	23	6
24	29	25	29	23	2
25	29	25	29	23	0
26	30	25	29	23	0
27	33	24	29	23	0
28	33	24	29	23	0
29	31	24	29	23	0
30	30	24	29	23	0

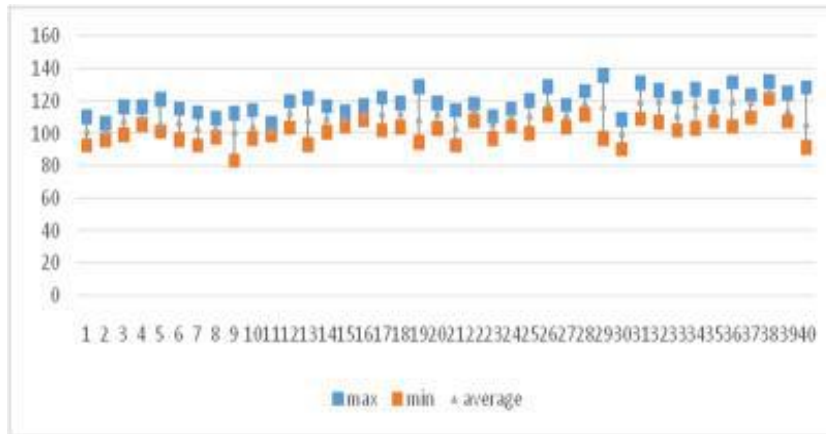
Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa suhu rata-rata dari lingkungan uji pada malam hari dan siang hari relatif tidak berubah sepanjang waktu penelitian. Dimana suhu rata-rata pada siang hari berkisar antara 29-30°C. Dalam hasil penelitian yang dilakukan oleh Li dkk (2004) diketahui bahwa suhu lingkungan berpengaruh terhadap perubahan sifat hidrofobik dari bahan yang diuji. Suhu maksimum yang terjadi pada siang hari adalah sekitar 35°C pada siang haridanpaling rendah 27°C terjadi pada malam hari. Adapun rata-rata suhu pada siang hari berkisar antara 29-30°C, dan pada malam hari sekitar 23°C.

Pengaruh curah hujan terhadap perubahan sudut kontak disajikan dalam bentuk grafik yang didapatkan dari hasil pengukuran sebagai berikut :



Gambar 4 Pengaruh curah hujan terhadap perubahan sudut kontak

Pengujian sifat hidrofobik dengan pengukuran sudut kontak selama 40 hari disajikan pada gambar di bawah ini :



Gambar 5 Pengaruh sudut kontak dari bahan isolator tanpa bahan pengisi

Secara umum dapat dilihat dari grafik bahwa selama waktu pengujian tidak terjadi tren penurunan sudut kontak yang signifikan. Perubahan sudut kontak terlihat fluktuatif dengan nilai rata-rata sudut kontak pada akhir pengukuran meningkat sedikit dari nilai rata-rata sudut kontak awal yaitu sekitar 4,46°. Meskipun terjadi peningkatan pada hari terakhir pengukuran namun tidak bisa dipastikan bahwa hal tersebut akan terus terjadi diwaktu yang akan datang. Dengan melihat perubahan grafik maka akan sangat mungkin jika yang akan terjadi adalah fluktuasi sudut kontak pada waktu kedepan.

Dari grafik juga dapat dilihat hari pengukuran dimana sudut kontak terjadi minimum lokal atau rentang hari dimana sudut kontak mencapai titik minimum, misalnya pada hari ke 9, 21, 30, 40. Dapat saja kita berasumsi bahwa secara kualitatif yang menyebabkan lokal minimum tersebut adalah curah hujan dimana pada hari-hari tersebut hujan terjadi secara intens. Namun perubahan sudut kontak tidak dipengaruhi oleh faktor curah hujan saja, terdapat beberapa faktor lain yang mempengaruhi sudut kontak.

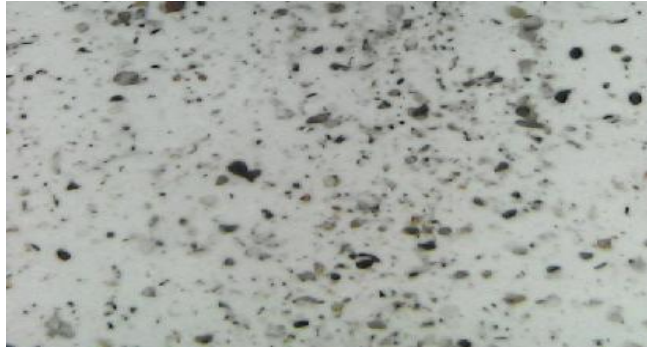
#### 4.1 Variasi distribusi nilai sudut kontak

Pada grafik juga terlihat variasi hasil pengukuran sudut kontak meskipun pada sampel yang sejenis. Pengukuran sudut kontak diukur pada beberapa titik yang berbeda pada sampel tersebut. Terjadinya perbedaan nilai sudut kontak diseluruh permukaan bahan adalah hal yang wajar sebab faktor-faktor yang mempengaruhi sudut kontak memiliki nilai persebaran yang tidak merata pada permukaan bahan. Dalam kondisi nyata distribusi jumlah dan jenis polutan dan juga yang terdeposit pada permukaan bahan memiliki nilai yang berbeda, ini tentunya akan mempengaruhi distribusi nilai sudut kontak pada permukaan yang akan terjadi. Untuk menyimpulkan dengan baik bagaimana karakteristik sudut kontak bahan dalam suatu periode waktu maka pengukuran sudut kontak di beberapa titik berbeda dalam 1 sampel perlu dilakukan. Hasil yang didapatkan lalu di plot menjadi kurva max min dan rata-rata.

#### 4.2 Kenaikan dan penurunan sudut kontak

Selama pengujian, dari grafik dapat terlihat kenaikan dan penurunan sudut kontak yang fluktuatif. Dalam beberapa literatur dan penelitian, terdapat beberapa faktor utama dari bahan yang mempengaruhi sudut kontak yaitu : Kadar *Low Molecular Weight* (LMW) di permukaan bahan isolator dan Kekasaran Permukaan Bahan.

Dalam beberapa penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa waktu difusi LMW ke permukaan bahan berlangsung dalam beberapa jam tergantung konsentrasi LMW didalam bahan. Berdasarkan hal tersebut dapat kita simpulkan bahwa ada kemungkinan kenaikan sudut kontak pada permukaan bahan juga terdapat kontribusi dari kekasaran permukaan yang diperoleh dari polutan yang menempel pada permukaan bahan. Adapun gambar polutan pada permukaan bahan dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 6 Distribusi polutan pada permukaan bahan *silicone rubber* (tanpa filler fly ash)

#### 4.3 Transfer hidrofobisitas ke lapisan polutan

Transfer hidrofobisitas ke lapisan polutan dipengaruhi oleh jenis polutan dan struktur kimia dari polutan tersebut. Pada lingkungan bergaram misalnya, transfer hidrofobisitas hampir sulit terjadi sebab polutan yang mengandung garam memiliki afinitas yang tinggi terhadap molekul air. Kehadiran molekul air pada polutan akan mencegah LMW diabsorpsi oleh polutan. Dalam penelitian ini bahan uji ditempatkan pada lokasi jauh dari daerah dengan kadar garam tinggi seperti di pinggir pantai. Sehingga kondisi polutan pada permukaan bahan masih memungkinkan untuk membuat terjadinya transfer hidrofobisitas dari bahan *silicone rubber* ke lapisan polutan. Hal ini dibuktikan dengan kenaikan sudut kontak setelah mengalami penurunan yang terjadi berulang kali. Ini menandakan adanya perbaikan sifat hidrofobisitas pada permukaan atau lebih tepatnya pada lapisan polutan di permukaan bahan.

#### 4.4 Perbandingan perubahan sudut kontak antara bahan dengan filler dan tanpa filler

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan selama 40 hari, dalam grafik dibawah ini dibandingkan perubahan sudut kontak antara sampel tanpa filler dan dengan filler.



Gambar 7 Perbandingan nilai sudut kontak rata-rata sampel dengan kadar *fly ash* 0% dan 30%.

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa secara umum perbandingan sudut kontak antara ke dua komposisi bahan tidak menunjukkan tren yang konsisten. Terlihat pada grafik bahwa adakalanya sampel bahan dengan filler mengalami kenaikan sudut kontak dalam suatu periode sedangkan sampel tanpa filler mengalami penurunan sudut kontak. Namun secara keseluruhan dari awal hingga akhir waktu perlakuan dapat dilihat bahwa sampel tanpa filler *fly ash* memiliki rata-rata sudut kontak yang lebih tinggi dari pada sampel dengan *fly ash*. Hal ini kontras dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyimpulkan bahwa sampel dengan kadar *fly ash* 30%

memiliki sudut kontak yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel tanpa filler. Namun, pada penelitian ini prosedur pembuatan bahan sedikit berbeda dengan yang dilakukan oleh penelitian tersebut. Untuk menguji bahan dalam kondisi standar, bahan yang diuji harus dioven terlebih dahulu untuk menghilangkan kadar air dari bahan. Akibatnya tidak ada molekul air yang terdapat pada bahan dengan filler, LMW akan lebih mudah berdifusi ke permukaan bahan terlebih lagi filler *fly ash* yang mengandung ATH juga akan menambah kadar LMW dari bahan lebih banyak dibandingkan bahan tanpa filler *fly ash*. Kandungan LMW yang lebih banyak pada permukaan bahan akan meningkatkan sifat hidrofobisitas dari bahan itu sendiri sehingga sudut kontak yang didapatkan akan lebih tinggi dibandingkan bahan tanpa filler. Sedangkan pada penelitian yang kami lakukan, hal yang terjadi sedikit berbeda, bahan tidak mendapatkan proses penghilangan kadar air dengan tujuan untuk meniru kondisi alami dari bahan tersebut. Yang ingin dilihat dalam penelitian ini adalah bagaimana perubahan sudut kontak yang terjadi akibat pengaruh cuaca dan polutan. Bahan sengaja didiamkan dalam ruangan dengan kondisi standar dengan kadar uap air relatif tinggi udara kemudian setelah tercapai kondisi *equilibrium* dimana difusi kelembapan dari udara ke bahan sudah mencapai titik jenuh maka kemudian dilakukan pengukuran sudut kontak yang kemudian disebut sudut kontak dalam kondisi awal. Setelah itu bahan lalu dikeluarkan ke luar ruangan terbuka untuk mendapatkan terpaan iklim dan polutan. Kelembapan atau molekul air yang telah berdifusi kedalam bahan akan membuat sudut kontak menurun. Dan juga diketahui dari pemaparan sebelumnya bahwa bahan dengan filler *fly ash* akan lebih banyak menyerap molekul air dibandingkan dengan bahan *silicone rubber* tanpa *fly ash*, sehingga sudut kontak yang diperoleh pada bahan dengan filler *fly ash* akan lebih kecil dibandingkan dengan bahan tanpa filler *fly ash*.

## 5. KESIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil diantaranya sebagai berikut :

1. Secara umum bahan *silicone rubber* dengan atau tanpa filler *fly ash* dapat mempertahankan sifat hidrofobisitasnya
2. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi sifat hidrofobisitas dari bahan yang diuji dibawah pengaruh iklim.
3. Kehadiran molekul air baik pada bahan ataupun pada lapisan polutan dapat menurunkan sifat hidrofobisitas yang terbentuk pada permukaan bahan
4. Bahan dengan filler *fly ash* memiliki nilai sudut kontak rata-rata yang lebih rendah dibandingkan bahan tanpa filler *fly ash*.
5. *Hydrofobicity recovery* terjadi berulang kali pada pengamatan yang telah dilakukan, jenis polutan pada permukaan bahan kebanyakan adalah bahan organik sehingga difusi LMW pada lapisan polutan masih bisa terjadi dengan baik

### 5.2. Saran

Dalam penelitian ini masih banyak sekali kekurangan dan ketidak sempurnaan. Untuk itu, perlu dilakukan pengembangan agar ke depannya menjadi sempurna ataupun lebih baik lagi sehingga memiliki beberapa saran, diantaranya: karakteristik mekanik material *silicone rubber* juga bisa dilakukan pengujian melihat kekuatan isolasi suatu material.

## REFERENSI

- [1] Ngurah, Ardha, dkk. 2008. Pemanfaatan Abu Terbang PLTU- Suralaya untuk Castable Refractory. [www.tekmira.esdm.go.id](http://www.tekmira.esdm.go.id).
- [2] Mahlaba, J.S., Kearslet, E.P., Kruger, R.A., "Microstructural and Mineralogical Transformation of Hydraulically Disposed Fly Ash- Implication to the Environment", *Coal Combustion Gasification Product* 4, 21-27, doi: 10.4177/CCGP-D-12- 00001.1, 2012.
- [3] Nadaf, Maheboobsab B., and J. N. Mandal. "Experimental studies and analyses for basic characterization of fly ash." *Proceedings of 4th Global Engineering, Science and Technology Conference*. 2013.
- [4] Nath, Pradip, and Prabir Sarker. "Effect of fly ash on the durability properties of high strength concrete." *Procedia Engineering* 14 (2011): 1149-1156.
- [5] Bernstorf, R. Allen, Randall K. Niedermier, and David S. Winkler. "Polymer compounds used in high voltage insulators." *Hubbell power Systems* (2000).
- [6] Manjang, dkk. "Effect of Fly ash Filler Quantity on Electrical Properties of Silicone rubber Insulator Bahan". *ARPN Journal of Engineering and Applied Science* vol.11 No7. 2016