

# PENGUJIAN KANDUNGAN ESDD DAN SIFAT HIDROFOBİK BAHAN ISOLASI RESIN EPOKSI DENGAN BAHAN PENGISI SEKAM PADI

Syafriyudin

Jurusan teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta  
dien@akprind.ac.id

## ABSTRACT

*Isolator has an important role for set on distribution network and etc such to prevent a short circuit problems, because main of isolator function is for separate two apparatus with low or high tension. Test in this research is for hydrofobic and ESDD test. The fill materials are silicone rubber and hull of rice with amount 10% to 40% of test materials weight, the materials in use is blend of DGEBA (Diglycidil Eter of Bisphenol A) as main matter and MPDA (Methaphenylene Diamine) for stringent substance with comparison 1:1, whereas silicone rubber and hull of rice materials is 1:1 comparison with amount from 10%,20%,30%,40% and aging variation from 0 and 96 hours with measurement of test matter 70 mmx 70 mm x 5 mm for hydrofobic and ESDD characteristic test. The polutant spreading made equal, with composition 40 gr of kaloin and 1000 ml destilation fluid for twice of spreading. In fact, the result of hydrofobic characteristic test very influence on UV shining, whereas ESDD not effected on UV ,but on polutant degree that patch on isolator surface.*

**Keyword :** epoxy resin, hidrophobic, ESDD, rice hull.

## INTISARI

Isolator memiliki peranan yang sangat penting dipasang pada jaringan transmisi, jaringan distribusi dan sebagainya, untuk mencegah terjadinya hubung singkat karena fungsi isolator itu sendiri adalah memisahkan dua bagian yang bertegangan. Pengujian pada penelitian ini adalah pengujian sifat hidrofobik dan ESDD dengan bahan pengisi *silicone rubber* dan sekam padi dengan kadar dari 10% sampai 40% dari berat bahan uji, bahan yang digunakan merupakan campuran dari DGEBA (*Diglycidil Eter of Bisphenol A*) sebagai bahan utama dan MPDA (*Methaphenylene Diamine*) sebagai pengeras dengan perbandingan 1 : 1, sedang bahan pengisi *silicone rubber* dan sekam padi dengan Perbandingan 1 : 1 dengan kadar dari 10%, 20%, 30%, 40%, dan variasi penuaan dari 0 dan 96 jam dengan ukuran bahan uji 70 mm x 70 mm x 5 mm untuk pengujian sifat hidrofobik dan ESDD (*Equivalent Salt Deposit Density*). Penyemprotan polutan dibuat sama, dengan komposisi 40 gr kaolin dan 1000 ml air destilasi untuk dua kali penyemprotan. Pada pengujian sifat hidrofobik ternyata hasilnya sangat berpengaruh pada penyinaran UV, sedangkan ESDD tidak berpengaruh pada UV tetapi pada kadar polutan yang menempel pada permukaan isolator.

**Kata kunci :** resin epoksi, sifat hidrofobik, ESDD, sekam padi.

## PENDAHULUAN

Peralatan listrik harus memiliki kualitas yang baik guna menyalurkan energi listrik yang berkesinambungan, aman, andal dan dalam segi biaya seekonomis mungkin. Termasuk isolator didalamnya, karena isolator memiliki peranan yang sangat penting (dipasang pada jaringan transmisi, jaringan distribusi dan sebagainya), untuk mencegah terjadinya hubung singkat karena fungsi isolator itu sendiri adalah memisahkan dua bagian yang bertegangan. Sampai sekarang ini isolator yang banyak digunakan pada jaringan transmisi dan distribusi adalah dari bahan porselin dan kaca. Dalam penelitian ini digunakan bahan isolasi dari

bahan Resin epoksi, karena memiliki kelebihan dari pada bahan yang terbuat dari porselin dan kaca, antara lain dalam hal pembuatan dan berat bahan.

Kelebihan material polimer (resin epoksi) adalah memiliki sifat dielektrik, resistivitas volume, sifat termal, kekuatan mekanik, ringan, pemasangan dan penanganan yang lebih baik daripada porselen/keramik dan gelas serta dapat dibuat pada suhu ruang sehingga secara ekonomis lebih menguntungkan. Meskipun mempunyai berbagai keunggulan yang dimiliki, material polimer seperti resin epoksi, umumnya rentan terhadap pengaruh lingkungan (intensitas radiasi ultra violet,

temperatur, kelembaban atau hujan), polusi dapat menyebabkan terjadinya degradasi dan selanjutnya menyebabkan terjadinya penuaan (aging). Berbagai pustaka menyebutkan bahwa penuaan material polimer terutama disebabkan oleh energi foton yang dihasilkan oleh radiasi ultra violet dari matahari disamping oleh kontaminasi polutan. Efek polutan pada isolator akan berpengaruh pada tingkat ESDD (*Equivalent Salt Deposit Density*), campuran polutan semakin tinggi ESDD juga akan semakin tinggi sehingga kinerja bahan seperti arus bocor juga akan semakin tinggi, tetapi tetapan flashover semakin kecil (Berahim, 2000).

Isolator merupakan bagian dari jaringan transmisi dan jaringan distribusi tenaga

| bahan uji | BAHAN DASAR |            |            | BAHAN PENGISI   |                     |            |
|-----------|-------------|------------|------------|-----------------|---------------------|------------|
|           | DG EBA (gr) | MP DA (gr) | Total (gr) | Sekam padi (gr) | Silicon rubber (gr) | Total (gr) |
| D9F1      | 126         | 126        | 252        | 14              | 14                  | 28         |
| D8F2      | 112         | 112        | 224        | 28              | 28                  | 52         |
| D7F3      | 98          | 98         | 196        | 42              | 42                  | 84         |
| D6F4      | 84          | 84         | 168        | 56              | 56                  | 112        |

listrik. pada penelitian ini bahan yang digunakan untuk membuat isolator adalah resin epoksi dengan bahan pengisi sekam padi.

### Resin Epoksi

Polimer adalah salah satu bahan rekayasa bukan logam (*non-metallic material*) yang penting. Sedangkan resin epoksi sebagai polimer merupakan polimer non-vinil. Sampel uji yang digunakan pada penelitian merupakan specimen dari material resin epoksi dengan jenis *Diglycidil Ether of Bhispenol A* dengan agen pematangan berupa *Methaphenylene Diamine*. Bahan polimer resin epoksi yang digunakan dengan nama pasar PONTAL satu paket yang terdiri dari resin dan hardener. dengan nilai perbandingan skiometrik 1:1, dengan ukuran 70 x 70 mm, dengan ketebalan 5 mm.

### Silicon Rubber dan Sekam Padi

Sekam padi dan *silicone Rubber* merupakan bahan pengisi yang dicampurkan dengan perbandingan 1:1, dan 10%, 20%,

30%, 40% dari berat bahan uji. Sekam padi yang digunakan merupakan sekam yang sudah terhindar dari kotoran seperti daun padi atau sejenisnya. Sekam padi merupakan hasil samping penggilingan padi selitar 20% dari hasil gabah keing giling. Sebagaimana tumbuh – tumbuhan lain, sekam padi juga mempunyai kandungan silika yang tinggi. Semua struktur silika dari sekam padi dan abu sekam adalah *amorf*(Duri, 2003).

untuk *silicone rubber* yang digunakan adalah jenis pasta, karena mempunyai daya rekat yang sangat bagus dibandingkan dengan *silicone* biasa.



Gambar 1 Sekam padi dan *silicone rubber*

Tabel 1 Data komposisi dan bahan pengisi material uji

### Peralatan Pengujian

#### 1. Alat pencetak bahan uji

Peralatan dari bahan kaca yang dilapisi plastik supaya tidak lengket/melekat pada kaca dan permukaan tetap licin, serta seperangkat alat cetak yang dapat memuat 5 sampel bahan uji dengan ukuran masing-masing sampel 70 × 70 × 5 mm, timbangan untuk mengukur berat dari bahan pengisi, silicon rubber dan resin epoksi sesuai dengan variasi yang telah ditentukan, dan tempat pencampuran bahan yang berupa wadah untuk proses pengadukan campuran antara bahan pengisi, silicon rubber dan resin epoksi untuk kemudian dimasukkan ke alat pencetak.

#### 2. Kotak penyinaran

Bahan uji setelah diberi polutan parangtritis buatan, maka akan diberikan pada penyinaran simulasi radiasi ultraviolet dalam kotak tertutup dengan kapasitas penyinaran

3 V/cm dan panjang gelombangnya sebesar kira-kira 250 mm. kotak tempat penyinaran terbuat dari kayu yang bagian dalamnya diberi lapisan alumunium foil dan terdapat rak-rak penyangga untuk meletakkan sampel uji sesuai dengan lamanya waktu penyinaran.

### 3. Lemari uji

Lemari uji adalah alat yang dipergunakan untuk pengkabutan dan benda uji dalam hal ini bahan isolasi resin epoksi diletakkan di dalam lemari uji dengan jarak 40 cm dari nozzle penyemprot pengkabutan polutan buatan (IEC 507, 1991).

### 4. Kompresor dan Nozzle

Satu unit kompresor dan penyemprot (nozzle) merupakan alat penyemprot polutan buatan pada permukaan benda uji yang terpasang di dalam lemari uji.

### 5. kamera digital dan seperangkat computer

kamera digunakan untuk memotret dari tetesan air destilasi. Sedangkan computer untuk mengetahui besar sudut kontak dengan menggunakan proyektor berskala.

### 6. seprangkat alat uji ESDD

Alat uji ESDD berupa konduktan meter yang digunakan untuk mengukur konduktivitas larutan polutan buatan.

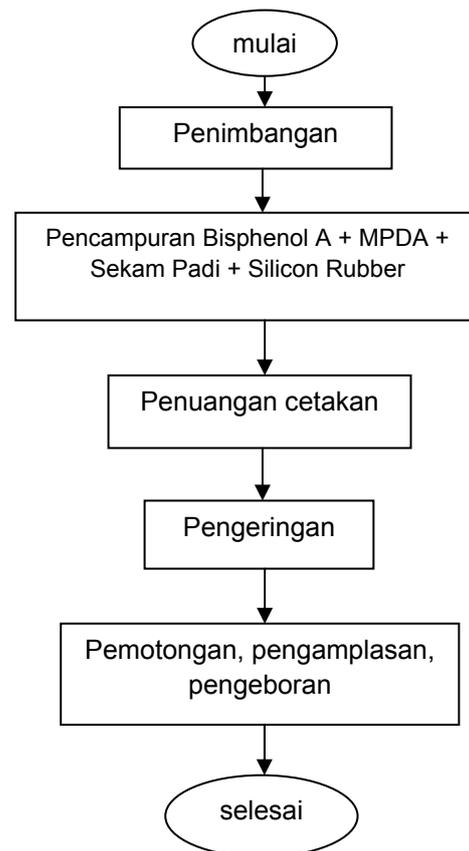


Gambar 2 Konduktan meter

### Metode Pematangan Sampel

Sampel dicetak dengan menggunakan kaca dengan tebal 5 mm kemudian dilapisi palstik mika untuk mencegah sampel lengket

dengan alat cetak. Alat cetak terdiri dari 3 lapis yaitu alas, sekat dan tutup . Alas berukuran 10 × 90 cm dan sekat berukuran 5 × 7 cm sebanyak 8 buah, 2 × 90 cm sebanyak 1 buah dan untuk tutup berukuran 10 × 90 cm. setiap proses percetakan dihasilkan 7 keping bahan uji dengan waktu kurang lebih 24 jam. Alir pembuatan bahan uji digambarkan pada gambar 3.



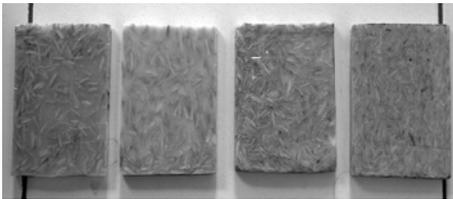
Gambar 3 Proses pembuatan bahan uji

Proses diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Penimbangan bahan uji. Bisphenol A (DGEBA), MPDA dan sekam padi ditimbang dengan komposisi yang diinginkan. Komposisi *Bisphenol A* (DGEBA) dan MPDA mempunyai perbandingan yang sama.
2. Pencampuran *Bisphenol A* (DGEBA), MPDA, *silicone rubber* dan sekam padi. Bahan-bahan yang dibutuhkan dicampur dalam satu tempat kemudian diaduk selama kurang lebih 5 menit atau sampai adukan merata.
3. Penuangan ke cetakan

Campuran yang telah diaduk tadi dituangkan kedalam cetakan yang sudah disiapkan kemudian ditutup dengan penutup yang telah disediakan dan dijepit menggunakan penjepit khusus.

4. Menghilangkan gelembung udara (*void*)  
Setelah campuran dituangkan pada cetakan kemudian ditutup maka akan timbul gelembung udara (*void*). Untuk menghilangkan *void* dilakukan dengan cara menusuk/menekan menggunakan kawat pada bidang cetakan.
5. Pengeringan  
Bahan uji yang telah dituangkan dan *void* telah hilang maka dibiarkan selama kurang lebih 24 jam untuk mendapatkan bahan uji yang benar-benar kering.
6. Pembongkaran, pemotongan, pengamplasan dan pengeboran.  
Setelah kurang lebih 24 jam maka cetakan segera dibongkar, kemudian dilakukan pemotongan bahan uji yang telah kering tadi dengan ukuran 7 cm. pengamplasan dilakukan pada sisi samping bahan uji agar bentuk bahan uji sesuai. Pengeboran dilakukan untuk proses penggantungan ketika bahan uji diberi polutan.



Gambar 4 Sampel Hasil Cetakan

### Pemberian Polutan Buatan

Dalam pemberian lapisan cemar buatan dilakukan dengan menyemprotkan dalam sampel. Penyemprotan dilakukan tidak langsung mengenai bahan uji. Penyemprotan dilakukan berdasarkan waktu dengan rentang 10 menit, keadaan ini dilakukan untuk mempertahankan komposisi lapisan cemar buatan. Dalam pemberian lapisan cemar buatan bahan uji digantungkan dalam lemari kaca dan disemprot dari samping. Setiap 1000 ml larutan cemar buatan ditambahkan bahan kaolin seberat 40 gram sebagai inert (IEC 507).

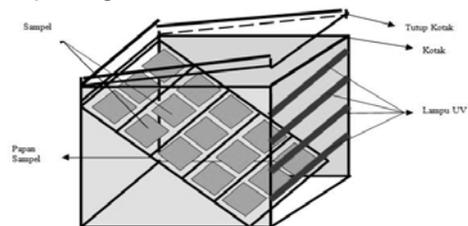
Table 2 Komposisi kimia polutan dari daerah parangtritis

| Nama Unsur       | Komposisi Polutan                    | Data Polutan (ppm)        | Berat Polutan (mgr) |
|------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------|
| ka <sup>+</sup>  | kcl                                  | 1,1                       | 2,0872              |
| Na <sup>+</sup>  | Nacl                                 | 183,3<br>35,135<br>28,807 | 466,2196            |
| Ca <sup>++</sup> | CaCl <sub>2</sub>                    |                           | 97,4996             |
| Mg <sup>++</sup> | MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O |                           | 243,6592            |
| Jumlah           |                                      |                           | 809,4656            |

### Penyinaran bahan uji dengan ultraviolet

Pengaruh sinar UV terhadap bahan isolator resin epoksi dapat diketahui dengan melakukan uji pengaruh sinar UV. Uji ini dilakukan dengan memberi perlakuan penyinaran yang bervariasi 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam.

Penyinaran dilakukan dalam sebuah ruangan berukuran 50cmX50cmX50cm dengan kemiringan 45° (standar ASTM 2303). Ruangan ini dibuat dari kayu dengan dilapisi dengan aluminium foil pada sisi dalamnya dengan tujuan untuk mengopyimalkan sinar UV keluar kontak. Sumber sinar UV berasal dari 4 buah lampu UV 15 watt merk Philips. Data teknis seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



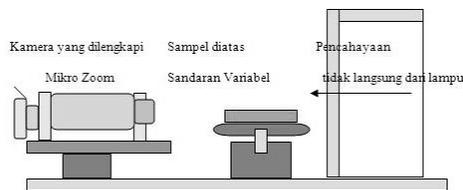
Gambar 5 Kotak penyinaran UV

### Pengujian sifat Hidrofobik

Sudut kontak merupakan sudut yang dibentuk antara permukaan bahan uji dengan air destilasi yang diteteskan kepermukaan bahan uji. Sudut kontak berkaitan dengan karakteristik isolator yaitu sifat menyerap air (*hydrophilic*) atau sifat tolak air (*hydrophobic*).

Berikut adalah prosedur untuk pengujian sifat hidrofobik :

1. Mempersiapkan sampel uji.
2. Mempersiapkan peralatan pengujian yaitu kamera digital dan seperangkat computer.
3. Melakukan pengujian yaitu dengan memberi tetesan air sebanyak 50 $\mu$ l pada permukaan sampel uji, setelah itu dilakukan pemotretan tetesan air tersebut.
4. Menghitung besarnya sudut kontak  $\theta$  dari hasil pemotretan dengan menggunakan proyektor berskala.



Gambar 6 Alat uji sifat hidrofobik

### Pengujian ESDD (*Equivalent Salt Deposit Density*)

Pengukuran ESDD ditujukan untuk mengukur kepadatan timbunan garam dari larutan pengotor (polutan) yang menempel pada permukaan bahan (isolator).

Berikut prosedur untuk pengukuran ESDD :

1. Memasukkan air destilasi sebanyak 200ml ke gelas ukur.
2. Menuangkan air destilasi tersebut ke dalam gelas plastik kapasitas 500ml dan memasukkan kapas bersih ke dalam gelas.
3. Mencatat konduktivitas dan suhu air destilasi menggunakan Konduktan meter.
4. Memasukkan sampel uji yang telah terlapisi polutan ke dalam mangkok porselin, kemudian membersihkan dengan menggunakan kapas.
5. Menuangkan kembali air bekas cucian bahan ke gelas plastik 500ml.

6. Mengukur konduktivitas dan suhu larutan pencuci dengan menggunakan konduktan meter.

## PEMBAHASAN

### Hasil pengujian sifat hidrofobik

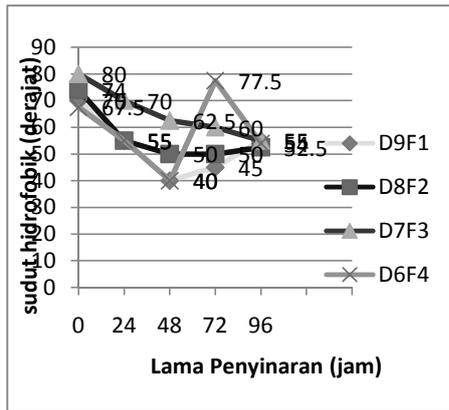
Dalam pengujian sifat hidrofobik ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar sudut kontak. Sudut kontak merupakan sudut yang dibentuk antara permukaan bahan uji dengan air destilasi yang ditetaskan ke permukaan bahan uji. Sudut kontak berkaitan dengan karakteristik isolator yaitu sifat menyerap air (*hydrophilic*) atau sifat tolak air (*hydrophilic*). Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran sudut kontak

| Bahan uji | Lama penyinaran (jam) | Sudut kiri ( $^{\circ}$ ) | Sudut kanan ( $^{\circ}$ ) | Sudut hidrofobik ( $^{\circ}$ ) |
|-----------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| D9F1      | 0                     | 70                        | 70                         | 70                              |
|           | 24                    | 50                        | 60                         | 55                              |
|           | 48                    | 30                        | 50                         | 40                              |
|           | 72                    | 50                        | 40                         | 45                              |
|           | 98                    | 50                        | 60                         | 55                              |
| D8F2      | 0                     | 70                        | 78                         | 74                              |
|           | 24                    | 50                        | 60                         | 55                              |
|           | 48                    | 50                        | 50                         | 50                              |
|           | 72                    | 50                        | 50                         | 50                              |
|           | 98                    | 45                        | 60                         | 52,5                            |
| D7F3      | 0                     | 80                        | 80                         | 80                              |
|           | 24                    | 70                        | 70                         | 70                              |
|           | 48                    | 60                        | 65                         | 62,5                            |
|           | 72                    | 60                        | 60                         | 60                              |
|           | 98                    | 55                        | 55                         | 55                              |
| D6F4      | 0                     | 65                        | 70                         | 67,5                            |
|           | 24                    | 50                        | 60                         | 55                              |
|           | 48                    | 40                        | 40                         | 40                              |
|           | 72                    | 75                        | 80                         | 77,5                            |
|           | 98                    | 50                        | 58                         | 54                              |

Rumus :

$$\text{sudut kontak} = \frac{\text{sudut kanan} + \text{sudut kiri}}{2}$$



Gambar 7 Grafik sudut kontak

**Pembahasan Pengujian sifat hidrofobik**

Pada hasil pengujian sifat hidrofobik yang dapat dilihat pada tabel 3 ataupun gambar 7. Hasil tersebut menunjukkan bahwa lama penyinaran UV sangat mempengaruhi nilai sudut kontak suatu isolator resin epoksi. Hal ini ditunjukkan dengan semakin menurun nilai sudut kontak pada lama penyinaran 96 jam. karena semakin lama penyinaran UV dilakukan maka akan merusak secara molekuler bahan isolator resin epoksi tersebut. Akan tetapi dari hasil pengujian ini terdapat beberapa pengujian yang menyimpang dari teori yaitu terjadi kenaikan nilai sudut kontak, terutama pada lama penyinaran 72 dan 96 jam. hal ini dimungkinkan terjadi Karena factor ketidak presisiannya timbangan pada saat pembuatan bahan uji.

**Pengujian ESDD (Equivalent salt Deposit Density)**

Dalam pengukuran nilai ESDD terlebih dahulu diukur nilai konduktivitas sebelum dan setelah dicuci. Kemudian hasil tersebut kemudian dikoversikan ke suhu 20°C dengan menggunakan factor koreksi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa nilai dari hasil pengukuran kadar polutan yang menempel pada permukaan isolator resin epoksi.

Data hasil pengujian ESDD yang terdapat pada tabel 4 dibawah ini sebelumnya dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

Langkah 1 :

$$\sigma_{20} = \sigma_{\theta} [1 - b (\theta - 20)]$$

Langkah 2 :

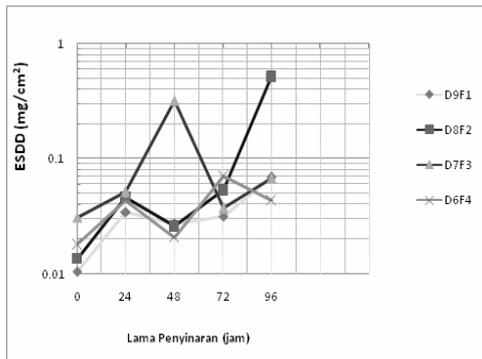
$$D = \frac{(5,7 \times 10^{-4} \times \sigma_{20})^{1,02}}{10}$$

Langkah 3 :

$$ESDD = 10 \times V \times \frac{(D_2 - D_1)}{S}$$

Tabel 4 Pengukuran nilai ESDD

| Bahan uji | Lama penyinaran (jam) | sesudah berpolutan    |       |                 | D <sub>2</sub> (%) | ESDD (mg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-------|-----------------|--------------------|----------------------------|
|           |                       | Konduktivitas (μS/cm) |       |                 |                    |                            |
|           |                       | suhu (°)              | σ     | σ <sub>20</sub> |                    |                            |
| D9 F1     | 0                     | 29                    | 22,5  | 18,5670         | 9,2332e-004        | 0,01051769                 |
|           | 24                    | 29                    | 53,0  | 43,7357         | 0,0022             | 0,034312591                |
|           | 48                    | 29                    | 59,6  | 49,1820         | 0,0025             | 0,027046229                |
|           | 72                    | 29                    | 72,1  | 59,8271         | 0,0030             | 0,031708650                |
|           | 96                    | 29                    | 95,5  | 78,8067         | 0,0040             | 0,068567893                |
| D8 F2     | 0                     | 29                    | 23,7  | 19,5572         | 9,7408e-004        | 0,013603181                |
|           | 24                    | 29                    | 76,6  | 63,2104         | 0,0032             | 0,046553673                |
|           | 48                    | 29                    | 42,5  | 35,071          | 0,0017             | 0,025987418                |
|           | 72                    | 29                    | 78,6  | 64,8608         | 0,0033             | 0,053384199                |
|           | 96                    | 29                    | 78,3  | 64,6133         | 0,0033             | 0,516020182                |
| D7 F3     | 0                     | 29                    | 46,0  | 37,9592         | 0,0019             | 0,030865290                |
|           | 24                    | 29                    | 71,5  | 59,0019         | 0,0030             | 0,051102292                |
|           | 48                    | 29                    | 62,3  | 51,4100         | 0,0026             | 0,317881826                |
|           | 72                    | 29                    | 60,1  | 49,5946         | 0,0025             | 0,037099509                |
|           | 96                    | 29                    | 100,8 | 83,1803         | 0,0043             | 0,068339555                |
| D6 F4     | 0                     | 29                    | 36,8  | 30,3674         | 0,0015             | 0,018145569                |
|           | 24                    | 29                    | 63,0  | 51,9877         | 0,0026             | 0,043606283                |
|           | 48                    | 29                    | 33,5  | 27,6442         | 0,0013             | 0,020762843                |
|           | 72                    | 29                    | 97,6  | 80,5397         | 0,0041             | 0,070151034                |
|           | 96                    | 29                    | 75,3  | 62,1377         | 0,0032             | 0,043738767                |



Gambar 8 Grafik pengukuran ESDD

### Pembahasan Pengujian ESDD

Berdasarkan pengukuran konduktivitas pada bahan uji isolator resin epoksi yang terkena polutan menunjukkan bahwa lama penyinaran UV tidak berpengaruh pada nilai ESDD karena variasi polutan yang menempel yang akan berpengaruh pada nilai ESDD. Semakin banyak polutan yang menempel maka semakin besar pula nilai ESDDnya.

### KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian tentang kinerja bahan isolasi resin epoksi sebagai bahan isolator tegangan tinggi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dari hasil penelitian tersebut sebagai berikut :

1. Menurut teori tentang penyinaran UV bahwa nilai sudut kontak akan semakin menurun jika dilakukan penyinaran dengan kurun waktu yang lama, akan tetapi pada pengujian kali ini terjadi peningkatan nilai sudut kontak pada lama penyinaran 72 dan 96 jam pada semua perbandingan kecuali perbandingan D7F3. Hal ini terjadi karena faktor proses pembuatan bahan uji D7F3 sangat baik, sehingga karakteristik bahannya bagus.
2. Sinar UV dalam jumlah dan waktu penyinaran yang lama dapat merusak bahan isolator resin epoksi secara molekuler.
3. Radiasi sinar UV ternyata hanya sedikit berpengaruh pada nilai ESDD bahan uji. Karena pengaruh terbesarnya adalah pada banyaknya kadar polutan yang menempel pada isolator tersebut.
4. Sudut hidrofobik mencerminkan sifat kedap air dari permukaan bahan, semakin besar sudut kontak maka semakin baik sifat bahan untuk dapat

menahan air agar tidak masuk ke dalam bahan isolator.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aryanto, Yudhi., 2007 "*Pengaruh Polutan Garam Parangtritis Terhadap Kinerja Mekanis Bahan Isolasi Resin Epoksi Dengan bahan Berpengisi Silicon Rubber Dan Abu Sekam Padi*", Skripsi, UMS, Surakarta.
- Berahim, H., 2000, "Pengaruh polutan terhadap kinerja bahan isolasi epoksi resin untuk isolator" seminar nasional dan workshop seminar teknik tegangan tinggi 111, pp 108-112, UI, Jakarta.
- Duri, Sajaratud, 2003, "Isolasi Silikat dan Sekam Padi", Tesis, ITS, Surabaya.
- Krisyanto, Epin, "Sifat Hidrofobik bahan isolasi resin epoksi berpengisi *Hi-temp Red Silicone rubber* dan abu sekam padi pada kondisi dipercepat", skripsi, UMS, Surakarta.
- Mustofa, M. W., 2005, "Pengaruh Polutan parangtritis Terhadap Sifat Hidrofobik dan Pengujian spectroscopy infra merah pada Bahan Isolasi Resin Epoksi", Skripsi, IST AKPRIND, Yogyakarta.
- Saito, Shinroku., Surdia, Tata., 1999, "Pengetahuan Bahan Teknik", Prandnya Paramita, Jakarta.
- Siswanto, 2005, "Pengujian *Equivalent Salt Deposit Density* (ESDD) pada bahan Isolasi Resin Epoksi", Skripsi, IST AKPRIND, Yogyakarta.
- Stevens, M. P., Iis Sopyan., 2001, "Kimia Polimer", Prandnya Paramita, Jakarta.
- Syafriyudin., 2003, "Pengaruh Polutan Industri Terhadap Kinerja Bahan Isolasi Resin Epoksi", Tesis, UGM, Yogyakarta.
- Wahada, Giyardi, 2003, "Pengaruh sinar ultra violet terhadap bahan isolasi resin epoksi dengan pengisi pasir silikadan lem *silicone rubber* terkontaminasi polutan parangtritis", Tugas akhir, UGM, Yogyakarta.
- Wasito, 2003, "pengaruh lama waktu penyinaran ultra violet terhadap karakteristik bahan isolasi resin epoksi dengan pengisi karet silicon dan pasir silica terkontaminasi polutan industri" Tugas akhir, UGM, Yogyakarta.