

Karakteristik Dielektrik Isolator Polimer Resin Epoksi Berbahan Pengisi Abu Tongkol Jagung

Yuditirajab Harun¹, Amelya Indah Pratiwi²

Jurusan Teknik Elektr Universitas Ichsan Gorontalo
Jl. Ahmad Najamuddin No.17 Kota Gorontalo

¹yudistirajab@gmail.com

²Amelyaindahpratiwi@gmail.com

Intisari — Pengembangan isolator polimer semakin meningkat dikarenakan sifat dielektrik isolator polimer lebih baik dibanding kaca dan keramik, konstruksi relatif lebih ringan, ketahanan kimia yang baik, ketahanan yang tinggi terhadap asam, memiliki sifat kedap air (hidrophobik) dan proses pembuatannya yang relatif lebih cepat dibandingkan isolator keramik dan kaca. Adapun kekurangannya yakni bahannya kurang tahan terhadap perubahan cuaca yang menyebabkan kekuatan mekanis menurun dan kerusakan fisik isolator. Kekurangan tersebut dapat diperbaiki dengan menambahkan bahan pengisi (*filler*) pada bahan isolator, seperti pasir silika, ataupun abu arang yang banyak mengandung silika. Penelitian ini mengkaji karakteristik dielektrik isolator polimer berbahan pengisi abu arang tongkol jagung. Bahan resin epoksi yang di gunakan adalah *Dyglicidyl Ether Of Bisphenol-A* (DGEBA) sebagai bahan dasar dan *Metaphenylene Diamine* (MPDA) sebagai bahan pengeras dengan perbandingan campuran 2:1 dan dicampurkan bahan pengisi (*filler*) dengan komposisi 0 gr, 15gr, 30gr. Pengujian dilakukan pada kondisi kering dan basah. Hasilnya Korona yang terjadi pada sampel dengan *filler* 30gr lebih lama dibandingkan dengan sampel dengan *filler* 15gr, dan nilai tegangan tembus yang terjadi pada sampel dengan *filler* 30gr lebih tinggi dibandingkan dengan sampel dengan *filler* 15gr. Dengan demikian peningkatan *filler* secara bertahap dapat memperbaiki nilai tegangan tembus pada sampel isolator.

Kata Kunci: Isolator Polimer, Resin Epoxy, Filler, Abu TongkolJagung

I. PENDAHULUAN

Isolator merupakan salah satu peralatan listrik yang berfungsi untuk mengisolasi konduktor jaringan bertegangan dengan tiang penyangga pada sistem tenaga listrik. Jenis isolasi yang umum digunakan pada sistem tenaga listrik yaitu isolasi gas, isolasi cair, dan isolasi padat. Pada umumnya peralatan tegangan tinggi menggunakan isolasi padat, bahan isolasi padat yang digunakan adalah bahan dari Porselin (Keramik) dan Kaca yang memiliki kelebihan konduktivitas panas yang rendah, tahan korosi, keras dan kuat [1]. Namun bahan isolasi keramik dan gelas memiliki kelemahan dari segi mekanis yaitu berat, dan permukaannya yang bersifat menyerap air (*hidrofilik*) sehingga lebih mudah terjadi arus bocor (*flashover*).

Saat ini mulai dikembangkan isolator polimer resin epoksi yang mempunyai keunggulan antara lain: sifat dielektris, konstruksi relatif lebih ringan, ketahanan kimia yang baik, ketahanan yang tinggi terhadap asam, memiliki sifat kedap air (*hidrofobik*) dan proses pembuatannya yang relatif lebih cepat dibandingkan isolator keramik dan kaca. Sedangkan kekurangannya antara lain: bahannya kurang tahan terhadap perubahan cuaca yang menyebabkan kekuatan mekanis menurun dan kerusakan fisik isolator [2]. Sifat mekanis dan elektrik dari isolator tersebut dapat diperbaiki dengan menambahkan bahan pengisi (*filler*) seperti pasir silika dan lain-lain [3]. Untuk itu penulis mengambil judul penelitian yaitu “Karakteristik Dielektrik Isolator Polimer Berbahan Pengisi Abu Tongkol Jagung”.

II. METODE PENELITIAN

A. Jenis penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat kuantitatif yang dilakukan pembuatan dan pengujian isolator polimer resin epoksi untuk mengetahui karakteristik dielektrik isolator polimer resin epoksi berbahan pengisi abu tongkol jagung, kemudian hasil yang diperoleh akan menjadi acuan dan perbandingan. Pengujian dielektrik pada isolator akan dilakukan di laboratorium tegangan tinggi.

B. Bahan Pengujian

Bahan dasar untuk resin epoksi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua bagian yaitu DGEBA (*Diglycidyl Ether Of Bisphenol-A*) sebagai bahan dasar resin epoksi, dan MPDA (*Metaphenylene diamine*) sebagai pengeras/pematang, dengan type RTV (*Room Temperature Vulcanization*) atau mengeras dalam suhu ruang. Resin epoksi diperoleh dari Lycal Glr, adapun merek dagangnya adalah resin epoksi RTV 1011 (N). Bahan pengisi yang di gunakan yaitu abu tongkol jagung .

C. Proses Karbonisasi Tongkol Jagung

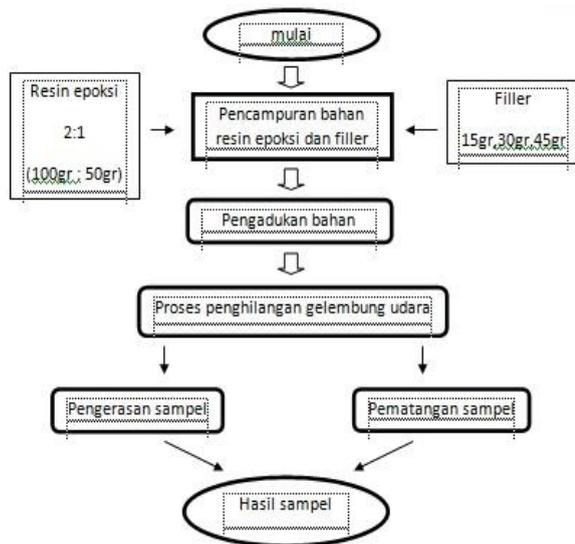
Bahan baku tongkol jagung dikeringkan dengan proses penjemuran di bawah sinar matahari untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada tongkol jagung agar nantinya proses pembakaran menjadi arang dan abu lebih cepat, kemudian dimasukkan kedalam tungku pembakaran dan dibakar selama 7 jam sampai menjadi abu dan tidak ada api yang tersisa atau disebut dengan proses karbonisasi, hal ini bertujuan untuk menghilangkan unsur karbon yang terdapat pada tongkol jagung sehingga yang tersisa hanya silika (SiO_2) yang akan digunakan untuk memperbaiki sifat mekanis dari isolator. Lalu abu tongkol jagung tersebut diayak menggunakan saringan teh hingga halus yang hasilnya akan di campur sebagai bahan pengisi pada resin epoksi. Proses karbonisasi tongkol jagung dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gbr.1 Proses karbonisasi tongkol jagung

Saat pencetakan sampel kondisi suhu dan kelembaban ruangan tidak diperhatikan karena pencampurannya dilakukan didalam ruangan sehingga suhu dan kelembaban dapat berubah dengan cepat.

Kelembaban dan suhu sekitar akan mempengaruhi laju pengerasan material resin epoksi namun tidak mempengaruhi tingkat kekerasan material berdasarkan keterangan produsen produk resin epoksi yang digunakan. Oleh karena itu pencampuran diruangan tidak memberikan masalah, asalkan udaranya tidak berpolusi tinggi maka tidak masalah melakukannya pada ruangan demi alasan keamanan dan juga tidak mempengaruhi material yang dihasilkan. Untuk proses pencampuran bahan dan pencetakan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gbr.2 Proses pencetakan dan pencampuran bahan

Komposisi bahan saat pencampuran resin epoksi yaitu antara DGEBA dan MPDA dibuat dengan komposisi yang sama pada tiap sampel uji yaitu 2:1 atau 100ml untuk DGEBA nya dan 50ml untuk MPDA nya yang ditakar dengan menggunakan gelas ukur dan dispo. Sedangkan untuk bahan pengisi (*filler*) digunakan dengan komposisi dibuat bervariasi yaitu 0gr, 15 gr, dan 30gr ditakar menggunakan timbangan digital. Sampel tanpa *filler* diberi nama SA00, sedangkan sampel dengan *filler* 15gr diberi nama SA01, sampel dengan *filler* 30gr diberi nama SA02. Berikut tabel komposisi sampel uji:

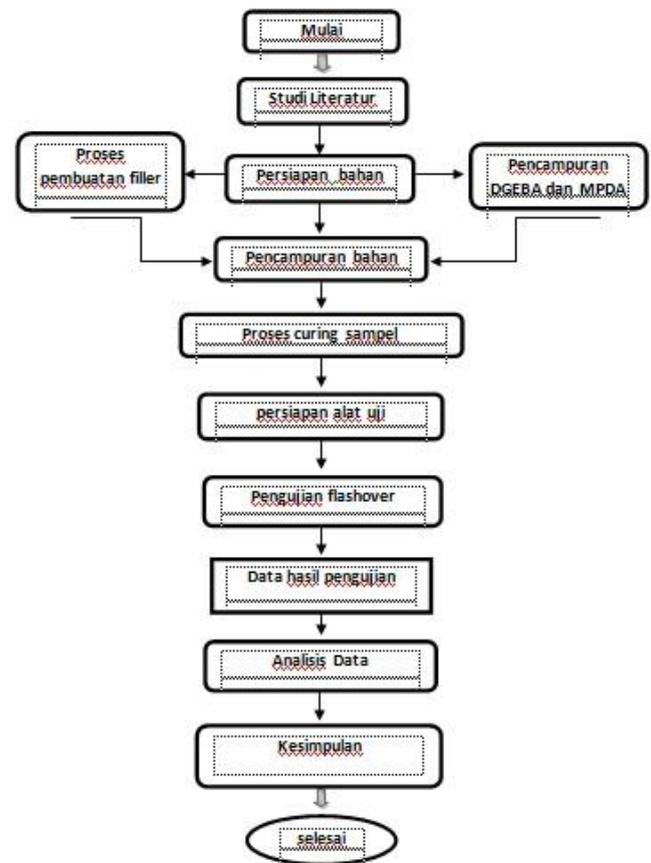
Tabel 1. Komposisi Sampel Uji

SAMPEL	DGEBA	MPDA	FILLER
SA00	100ml	50ml	0gr
SA01	100ml	50ml	15gr
SA02	100ml	50ml	30gr

D. Teknik pengujian

Pengujian menggunakan elektroda jarum dan plat, hal ini dimaksudkan agar saat pengujian dilakukan busur listrik akan menembus bagian material (*breakdown*). Pada pengujian tegangan tembus untuk material resin epoksi yang memakai bahan pengisi abu tongkol jagung dan yang tidak memakai bahan pengisi pengujiannya dilakukan sebanyak 3 kali pengujian dengan menaikkan tegangan secara perlahan sebesar 1,5KV/detik.

E. Diagram Alir



Gbr.3 Flowchart

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil pencetakan sampel

Sampel yang sudah kering dan siap untuk diuji, diukur ketebalan dan beratnya sebagai hasil perbandingan dari penambahan *filler*. Untuk hasil pencetakan sampel isolator dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Pencetakan Sampel

KODE	KOMPOSISI SAMPEL	TEBAL	BERAT
	DGEBA	MPDA	BAHAN PENGISI
SA00	100	50ml	0gr
SA01	100	50ml	15gr
SA02	100	50ml	30gr

Hasil tabel 2 menunjukkan kode sampel, presentase ketebalan dan berat dari masing-masing sampel resin epoksi, dimulai dengan sampel SA00 yang mempunyai ketebalan 30mm dan berat 150gr, kemudian sampel SA01 yang mempunyai ketebalan 35 mm dan berat 157gr, kemudian sampel SA02 yang mempunyai ketebalan 40mm dan berat 182gr.

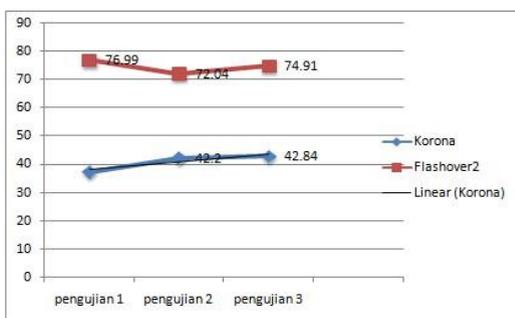
B. Hasil pengujian sampel resin epoksi tanpa filler (SA00)

Hasil pengujian sampel uji resin epoksi yang tidak memakai bahan pengisi (*non filler*) dengan ketebalan 30mm dan berat 150gr, yang diuji sebanyak 3 kali pengujian, dengan menaikkan tegangan secara perlahan yaitu sebesar 1,5KV/detik sampai terjadi *flashover*, tegangan *flashover* dari sampel uji dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Hasil pengujian sampel SA00

Sampel SA00	Tegangan (kV)
Korona	40,63KV
Flashover	74,64KV

Tabel 3 di atas adalah nilai rata-rata pengujian korona yang dilakukan sebanyak 3 kali dan hasilnya diperoleh nilai tegangan pada saat terjadi korona sebesar 40,63KV dan nilai tegangan rata-rata pada saat terjadi *flashover* sebesar 74,64KV. Grafik line perbandingan pengujian korona dan *flashover* pada sampel SA00 dapat dilihat dibawah ini :



Gbr.4 Line pengujian tegangan pada sampel non filler (SA001)

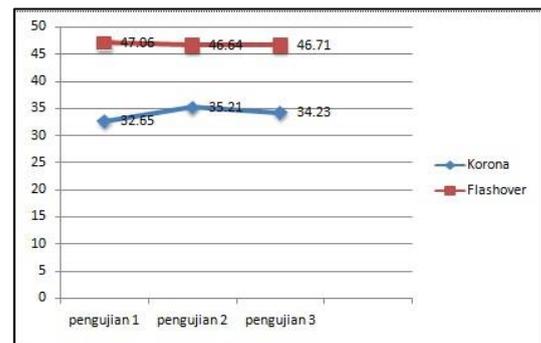
C. Hasil pengujian sampel resin epoksi dengan filler abu tongkol jagung 15gr (SA01)

Hasil pengujian sampel uji resin epoksi yang memakai bahan pengisi abu tongkol agung dengan ketebalan 35mm dan berat 15gr, yang diuji sebanyak 3 kali pengujian, dengan menaikkan tegangan secara perlahan yaitu sebesar 1,5KV/detik sampai terjadi *flashover*, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Hasil pengujian sampel SA01

Sampel SA01	Tegangan rata-rata (kV)
Korona	34,03
Flashover	46,80

Berdasarkan tabel 4 Nilai rata-rata untuk pengujian korona sebesar 34.03KV dan nilai rata-rata untuk pengujian *flashover* sebesar 46,80KV. Untuk line perbandingan pengujian korona dan *flashover* pada sampel SA01 dapat dilihat dibawah ini:



Gbr.5 Line Pengujian Tegangan Pada Sampel Dengan filler 15ml (SA01)

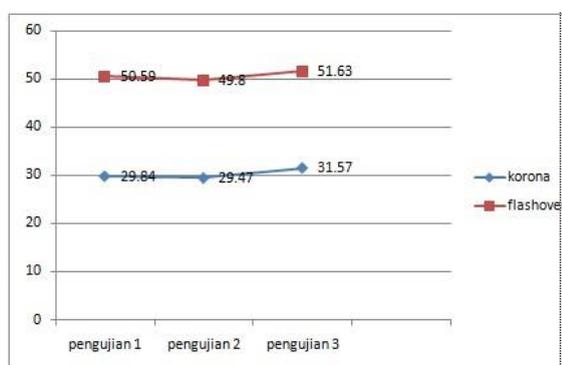
D. Hasil pengujian sampel resin epoksi dengan filler abu tongkol jagung 30gr (SA02)

Hasil pengujian sampel uji resin epoksi yang memakai bahan pengisi sebesar 30gr dengan ketebalan 40mm dan berat 182gr, yang diuji sebanyak 3 kali pengujian, dengan menaikkan tegangan secara perlahan yaitu sebesar 1,5KV/detik sampai terjadi *flashover*, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 5. Hasil pengujian sampel SA02

Sampel SA02	Tegangan rata-rata (kV)
Korona	30,29KV
Flashover	50,67KV

Berdasarkan tabel 5 Nilai tegangan rata-rata pada saat terjadi korona sebesar 30,29KV dan nilai tegangan *flashover* rata-rata sebesar 50,67KV. Untuk line perbandingan pengujian korona dan *flashover* pada sampel SA02 dapat dilihat dibawah ini:



Gbr.6 Line Pengujian Tegangan Pada Sampel dengan Filler 30ml (SA02)

E. Hasil Perbandingan Dari Tiap Sampel Yang Diuji

Berikut table perbandingan hasil pengujian sampel yang non *filler* dan sampel yang menggunakan *filler*:

Tabel 6. Perbandingan hasil pengujian tiap sampel

KODE	RATA - RATA KORONA	RATA-RATA FLASHOVER
SA00	40,63KV	74,64KV
SA01	34,03KV	46,08KV
SA02	30,29KV	50,67KV

Pada kandungan berbahan pengisi diatas 30% bahan sulit dicetak karna campuran dari komposisi tersebut memiliki viskositas yang tinggi yang dapat membentuk gelembung udara (*void*) pada sampel saat pengeringan. Untuk menghilangkan gelembung udara secara maksimal harus menggunakan mesin vakum. Tetapi karna ketidakadaan mesin vakum maka proses penghilangan gelembung menjadi tidak optimal terutama pada bahan dengan komposisi *filler* diatas 30% .Untuk perbandingan grafik dan line dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

F. Persentase penurunan tegangan *flashover*

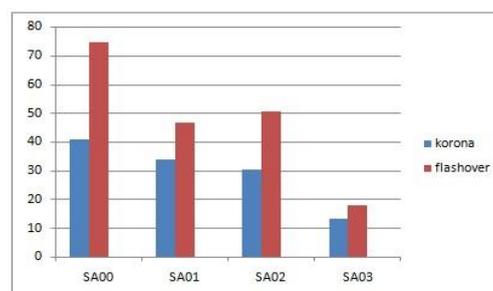
Untuk mencari perbandingan persen antara masing- masing sampel, dapat dilihat pada rumus dibawah ini:

$$\frac{V_{nf} - V_f}{V_{nf}} \times 100\%$$

Dimana:

- V_f = Tegangan tembus pada sampel menggunakan bahan pengisi (*filler*).
 V_{nf} = Tegangan tembus pada sampel tanpa bahan pengisi *non filler*.

Hasil dari penurunan tegangan *flashover* pada tiap sampel yang menggunakan *filler* jika dibandingkan dengan sampel *non filler* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:



Gbr. 7 Perbandingan tegangan lashover dan korona pada semua sampel uji

Tabel 7. Persentase penurunan tegangan *flashover*

PERBANDINGAN SAMPLE	PERSEN
SA00 : SA01 (0gr : 15gr)	37
SA00 : SA02 (0gr : 30gr)	32

Dari tabel 7 dapat dilihat bahwa pengujian tiap sampel dengan komposisi berbahan pengisi abu tongkol jagung sebesar 15gr, dan 30g yang dibandingkan dengan sampel yang tidak menggunakan berbahan pengisi mempunyai perbedaan yang signifikan jika dilihat dari kekuatan resistivitas sampel. hasil perbandingan antara sampel SA00 dengan sampel SA01 mempunyai perbedaan nilai rata-rata sebesar 37% dengan pengujian yang dilakukan sebanyak 3 kali, sedangkan perbandingan sampel SA00 dengan sampel SA02 mempunyai perbandingan nilai rata-rata sebesar 32% yang diuji sebanyak 3 kali pengujian. Dengan perbandingan persen antara sampel yang menggunakan berbahan pengisi yang ditambahkan secara bertahap dengan sampel yang tidak menggunakan berbahan pengisi , didapat hasil bahwa dengan penambahan bahan pengisi 30gr mempunyai perbandingan persen yang paling kecil.

IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pada komposisi filler sebesar 30% menghasilkan nilai tegangan flashover lebih tinggi dibandingkan dengan filler 15%
2. Karakteristik dielektrik isolator polimer resin epoksi dengan bahan isi abu tongkol jagung sebesar 30% lebih baik dibandingkan dengan bahan pengisi komposisi 15%
3. Penambahan bahan pengisi abu tongkol jagung 15% dan 30% menyebabkan penurunan tegangan flashover pada isolator polimer yang tidak menggunakan bahan pengisi.
4. Penurunan tegangan flashover pada isolator dengan penambahan bahan pengisi 15% dan 30% disebabkan karena banyaknya gelembung udara pada isolator sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arismunandar, A., 1987, Teknik Tegangan Tinggi, Pradnya Paramita, Jakarta.
- [2] Syakur, Abdul., Hamzah Berahim, Tumiran, dan rochmadi. 2011, *leakage current measurement of epoxy compound with silicon rubber*, Proceeding ICEEI Bandung. Iachke, anil. 2002 biofuel from D-xylose the second most abundant sugar.
- [3] Prasajo, Winarko Ari, Abdul syakur, Dan Yuningtyastuti, Analisis partial discharge pada material polimer resin epoksi dengan menggunakan elektroda jarum bidang, penelitian, universitas diponegoro, semarang, 2009.
- [4] Berahim, Hamzah, 2005, Metodologi Untuk Mengkaji Kinerja Isolasi Polimer Resin Epoksi Silane Sebagai Material Isolator Tegangan Tinggi Di Daerah Tropis.
- [5] Tobing Bonggas L, Dasar teknik pengujian tegangan tinggi, penerbit PT.Gramedia, Jakarta:2003. Alan Nuari, 2013, Teknik konversi energy, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [6] Pratiwi, Amelya Indah, 2013, Mekanisme Falshover Untuk Menentuka Kinerja Isolator Polimer yng Terkontminasi, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Hasanuddin Makassar.
- [7] Suswanto, Daman. 2014. Sistem Distribusi Tenaga Listrik: Isolator jaringan distribusi.
- [8] M. Toni Prasetyo, Hamzah Berahim, T.Haryono. 2011. Jurusan teknik elektro FT UGM, jurusan teknik elektro FT Universitas muhamadiyah semarang.
- [9] Nurhening Yuniarti, A.N. Afandi. 2006. Tinjauan sifat hidrofobik bahan isolasi silicon rubber
- [10] Adesanya, D.A., and Raheem, A., 2009, development of corn cob ash blended cement, construction and building materials, 23 (1); 347-352.
- [11] Rahman N.A., Ika W., Sri R.J., Heru S., 2016 synthesis of mesoporus silica with controlled pore structure from bagasse ash a silica source, physicochem. Eng.Aspects, 476; 1-7.
- [12] Guror, Ravi S., E.A. Cherneydan J.T Burnham, 1999, outdoor insulator, USA.
- [13] Tobing Bonggas L, 2003, peralatan Tegangan Tinggi, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [14] Yuliana Prabayani, Hermawan, Abdul Syakur, 2012, jurusan teknik elekttro Universitas Diponegoro.
- [15] Abdul Hamidan , 2015, Bahan isolasi padat, jurusan teknik elektro, fakultas teknologi industri, institut sains & teknologi Akprind, Yogyakarta.
- [16] Tata surdia, Shinroku Saito. Pengetahuan bahan teknik, cetakan keenam. Pradnya Paramita 2005.
- [17] Trina Amelia Fitriah, 2017, program studi teknik elektro, Universitas Hasanuddin Makassar.
- [18] Simanjuntak, Jerry C. M., 2005 program studi teknik elektro, Universitas Gajah Mada.