

## KARAKTERISTIK TEGANGAN TEMBUS AC PADA MATERIAL ISOLASI PADAT CAMPURAN EPOXY RESIN DENGAN TONGKOL JAGUNG

Arfan Saputra<sup>1</sup>, Lanto Mohamad Kamil Amali<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Gorontalo

<sup>2</sup>Dosen, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Gorontalo

Email : arfansaputra777@gmail.com

Email : kamilamali@ung.ac.id

### Abstract

Abstrak – The development of insulation in electric power systems meets the optimal level of reliability. This phenomenon is a challenge in finding new materials to isolate electricity use. One of the insulating materials being developed is an epoxy resin polymer material. This study aims to describe the characteristics of epoxy resin composites added with corncob ash filler as a high-voltage insulation material. The cob ash filler, which is known to contain silica resistant to high temperatures, has good inhibition and can increase mechanical strength. This study was conducted using a direct experimental method in which the isolation of epoxy resin was mixed with corncob ash filler with a mixed variation of 0.5 g, 1 g, 1.5 g, and 2 g. The results show that the more corncob ash filler in the epoxy resin, the faster the failure to penetrate the insulating material made. The breakdown voltage value is 21.64kV on pure epoxy resin insulation material, 10.28kV on a mixture of 0.5 gram corncob ash filler and epoxy resin, 8.93kV on a mixture of 1 gram corncob ash filler and epoxy resin, 7,81kV on a mixture of 1,5 grams corncob ash filler and epoxy resin, and 7,26kV on a mixture of 2 gram corncob ash filler and epoxy resin.

Keyowrds: Breakdown Voltage, Epoxy Resin, Corncob, Silica

### I. Pendahuluan

Isolasi merupakan salah satu bahan yang digunakan pada sistem tenaga listrik dan berfungsi untuk memisahkan dua atau lebih konduktor listrik yang bertegangan sehingga antara konduktor tersebut tidak terjadi lompatan listrik atau hubung singkat (Mohamad Marhaendra Ali; 2017). Perkembangan penggunaan isolasi dalam sistem tenaga listrik haruslah memenuhi tingkat keandalan optimal dan hal ini merupakan tantangan dalam menemukan material baru sebagai isolasi pada penggunaan ketenagalistrikan. Salah satu bahan isolasi yang mulai dikembangkan saat ini pada penggunaan kelistrikan adalah material bahan polimer seperti epoxy resin. Epoxy merupakan jenis bahan kimia yang juga bisa dikatakan sebagai jenis resin dari proses polimerisasi serta epoxida yang biasa digunakan sebagai bahan perekat, coating

ataupun cat untuk berbagai material. Dalam penerapannya, epoxy ini bisa dicampurkan dengan bahan hardener atau bahan pengeras agar merubah sifat cair epoxy menjadi padat dan membuatnya menjadi semakin kuat. Epoxy resin ini memiliki kelebihan diantaranya memiliki tahanan terhadap reaksi kimia yang cukup tinggi, memiliki beban ringan dan mempunyai sifat dielektrik yang rendah. Meskipun demikian, material epoxy resin ini umumnya rentan terhadap pengaruh lingkungan (intensitas radiasi ultra violet, temperatur, kelembaban, atau hujan) tidak tahan terhadap suhu panas dan polusi tinggi dan terpaan medan listrik yang dapat menyebabkan degradasi dan selanjutnya mengakibatkan penuaan (aging) (Habibillah Yan Pesa, Murdiya Fri; 2017).

Pengujian isolasi dengan menggunakan bahan material epoxy resin murni pernah dilakukan oleh (Habibillah Yan Pesa, Murdiya Fri tahun 2017). Material epoxy resin murni dibentuk segiempat dengan ukuran 2cm x 2cm x 2 cm diperoleh nilai tegangan tembus AC isolasi padat epoxy resin murni sebesar 36 kV. Nilai tegangan tembus tersebut dapat ditingkatkan dengan menambahkan unsur kimia berupa silika (SiO<sub>2</sub>). Silika adalah senyawa kimia dengan rumus molekul SiO<sub>2</sub> (silicon dioksida) yang dapat diperoleh dari silika mineral dan nabati. Silika mineral adalah senyawa yang banyak ditemui dalam bahan tambang/galian yang berupa mineral seperti pasir kuarsa, granit, dan feldspar yang mengandung kristal-kristal silika. Silika nabati ini banyak ditemukan pada sekam padi, tongkol jagung dan cangkang kelapa sawit.

Sejak tahun 2002 program agropolitan jagung merupakan icon pembangunan di provinsi Gorontalo. Agropolitan jagung ini merupakan salah satu program unggulan pemerintah provinsi Gorontalo. Pada industri jagung pipil akan dihasilkan limbah organik berupa limbah tongkol jagung (Hendri Iyarang et al, 2014). Limbah tongkol jagung ini apabila di panaskan di atas temperature 6500C selama 1 jam atau lebih mempunyai kandungan silika (SiO<sub>2</sub>) sebesar 20,6 % (Luana erviana, 2013). Kandungan silika dalam arang tongkol jagung ini mempunyai potensi sebagai bahan baku pengisi epoxy resin. Adapun fungsi dari silika adalah berfungsi tahan terhadap temperatur tinggi, memiliki hambatan yang baik dan dapat meningkatkan kuat mekenis (kuat tarik dan kuat tekan).

## II. Metode Penelitian

### 2.1 Metode Penelitian

Metode eksperimen langsung yakni pembuatan isolasi campuran epoxy resin dan tongkol jagung. Material epoxy resin murni dan abu tongkol jagung dibentuk segi empat dengan ukuran 4cm x 4cm x 2 cm.

### 2.2 Metode Penelitian Pembuatan Material Isolasi

Pembuatan material isolasi bahan uji campuran resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung dilakukan dengan tahapan yaitu pembuatan wadah cetakan, pembuatan *filler* abu tongkol jagung serta pembuatan material isolasi campuran resin dan fiiler arang tongkol jagung.

Wadah cetakan bahan isolasi dibuat dengan menggunakan bahan akrelik dengan tebal 2 mm yang berdimensi 4 cm x 4 cm x 2 cm.

Abu tongkol jagung dibuat dari tongkol jagung yang didapatkan dari limbah perkebunan. Adapun tahapan pembuatan abu tongkol jagung sebagai berikut :

1. Proses pengeringan, tongkol jagung yang diperoleh dari limbah perkebunan, dikeringkan dengan menggunakan cara pengeringan secara alami atau menggunakan panas matahari. Adapun suhu lingkungan pada saat proses pengeringan di bawa sinar matahari selama kurang lebih dua hari dengan suhu 30°C sampai 32°C dibawah terik panas matahari untuk meminimalisir kandungan air pada tongkol jagung.
2. Proses Pembakaran, tongkol jagung yang telah melalui proses pengeringan, kemudian dibakar dengan suhu 650° menggunakan tanur selama 1 jam. Tongkol jagung

tersebut dimasukan ke dalam alat tanur, untuk membakar tongkol jagung yang ada didalam tanur tersebut. Sehingga tongkol jagung tersebut berubah menjadi arang.

3. Proses Penghalusan, tongkol jagung yang telah berubah menjadi arang yang masih menggumpal kemudian dihaluskan menggunakan tumbukan untuk mendapatkan arang dari tongkol jagung. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan filler abu tongkol jagung yang halus.
4. Proses Penyaringan, Hasil penghalusan dari abu tongkol jagung tidak semuanya menjadi halus, dalam hal ini untuk pencampuran dengan resin epoxy dibutuhkan *filler* yang benar-benar halus sehingga setelah melakukan proses penghalusan dilakukan kembali proses penyaringan menggunakan ayakan yang berukuran 200 mesh. *Filler* abu tongkol jagung akan disaring untuk mendapatkan arang yang halus dan akan digunakan untuk menjadi filler campuran pada bahan uji.

Tahap pembuatan isolasi campuran resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat dan bahan
2. Menimbang bahan uji, penimbangan bahan uji dilakukan dengan menggunakan timbangan dan wadah, namun timbangan yang digunakan tidak mempunyai fitur kalibrasi, maka kalibrasi atau nilai nol timbangan digunakan berat wadah dengan berat sebesar 1,2 gram. Kalibrasi timbangan dan wadah dapat dilihat pada gambar 3.23 kalibrasi timbangan dengan wadah. Penimbangan bahan uji material clear epoxy resin sebesar 20 gram. Nilai

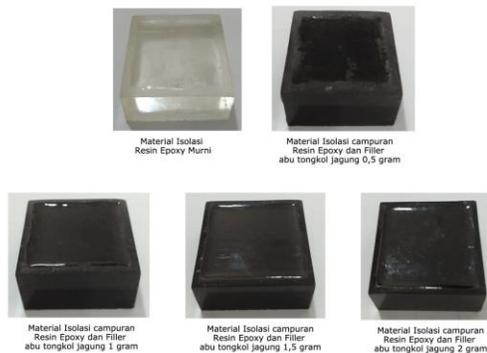
dari 20 gram didapatkan dari melakukan memasukan material clear epoxy resin kedalam tempat cetakan. Penimbangan campuran clear epoxy resin hardener sebesar 7 gram. Nilai 7 gram ini didapatkan dengan menggunakan perbandingan 1 : 3 dari nilai berat resin epoxy. Perbandingan 1 : 3 ini didapatkan dari mengikuti aturan yang tertera pada name plate clear epoxy resin dan clear epoxy resin hardener. Penimbangan campuran *filler* bahan uji abu tongkol jagung menggunakan takaran yang bervariasi yaitu sebesar 0,5 gram, 1,0 gram, 1,5 gram, 2,0 gram.

3. Proses pencampuran material, material clear epoxy resin dan clear epoxy resin hardener serta *filler* abu tongkol jagung yang sudah ditimbang sesuai dengan takaran yang tertedapat pada poin 3 dimasukkan bersamaan kedalam wadah pencampuran berupa gelas untuk dicampur bersamaan. Proses ini dilakukan dengan cara mengaduk kedua bahan kimia tersebut agar kedua bahan tersebut tercampur dengan rata.
4. Proses pencetakan isolasi, Bahan uji yang telah dicampurkan dengan takaran filler yang bervariasi dimasukan ke dalam wadah cetakan bahan isolasi.
5. Proses pengeringan isolasi, Pengeringan material isolasi campuran resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung dilakukan pada ruangan tertutup yang bersuhu 28°C selama 12 jam. Setelah proses pengeringan dilakukan kemudian material isolasi campuran resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung dikeluarkan dalam wadah cetakan bahan uji dan siap dilakukan uji tegangan tembus AC.

### 2.3 Pengujian Tegangan Tembus

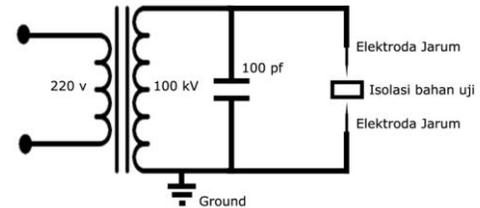
Pegujian tegangan tembus AC dilakukan untuk mendapatkan kekuatan dielektrik (tegangan tembus) dari material bahan isolasi campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung adapun tahapan pengujian tegangan tembus AC sebagai berikut :

1. Persiapan bahan material isolasi campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung. Adapun material bahan isolasi yang akan diuji ada 5 spesimen yakni resin epoxy murni, campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung 0,5 gram, campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung 1 gram, campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung 1,5 gram dan campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung 2 gram. Gambar 1 merupakan 5 spesimen bahan isolasi yang akan diuji.



Gambar 1. Isolasi bahan uji

2. Persiapan filler abu tongkol jagung 2 gram. Gambar 1 merupakan 5 spesimen bahan isolasi yang akan diuji. Membuat rangkaian pengujian tegangan tembus AC.



Gambar 2. Rangkaian pengujian

### III. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Tegangan Tembus Material Isolasi Resin Epoxy Murni

Pengujian tegangan tembus dari material isolasi resin epoxy murni dilakukan sebanyak 3 kali pengujian pada bahan uji tersebut. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai yang presisi atau mendekati kebenaran dari nilai tegangan tembus bahan isolasi tersebut. Hasil pengujian tegangan tembus dapat dilihat pada tabel 1 nilai dari setiap pengujian tegangan tembus pada material isolasi resin epoxy murni.

Tabel 1. Nilai tegangan tembus material isolasi resin epoxy murni

No.	Pengujian	Tegangan Tembus (kV)
1	Pengujian 1	21.85
2	Pengujian 2	21.51
3	Pengujian 3	21.39

#### 3.2 Tegangan Tembus Material Isolasi Resin Epoxy dan Filler Abu Tongkol Jagung

Pengujian tegangan tembus material isolasi campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung dilakukan sebanyak tiga kali pengujian pada setiap spesimen yang telah dibuat. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai yang presisi atau mendekati kebenaran dari nilai tegangan tembus bahan isolasi tersebut Pengujian

tegangan tembus material resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung dapat dilihat pada tabel 2 nilai dari setiap pengujian tegangan tembus pada material isolasi campuran resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung.

**Tabel 2.** Nilai tegangan tembus material isolasi resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung

No	Pengujian	Tegangan Tembus (kV)			
		Filler 0.5 gr	Filler 1 gr	Filler 1.5 gr	Filler 2 gr
1	Pengujian 1	10.52	9.21	8.37	7.31
2	Pengujian 2	10.30	8.94	7.80	7.25
3	Pengujian 3	10.02	8.65	7.28	7.23

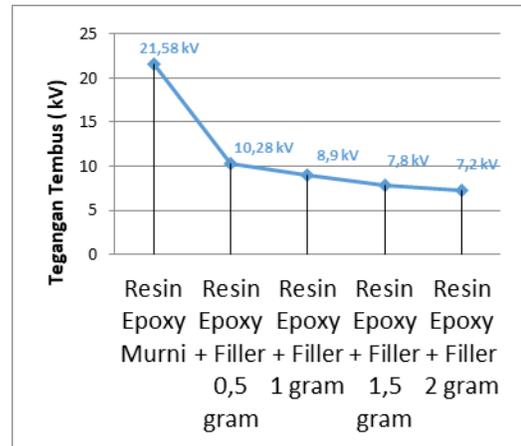
### 3.3 Analisis Tegangan Tembus

Isolasi resin epoxy murni, diperoleh nilai rata-rata tegangan tembus pengujian material isolasi resin epoxy murni sebesar 21,58 kV. Jika dibandingkan dengan standar nilai tegangan tembus dari isolator bahan keramik jenis pin-post yang sering dipasang pada jaringan distribusi 20 kV, maka nilai tegangan tembus bahan isolasi resin epoxy murni ini masih memenuhi standar untuk dijadikan isolator pada jaringan distribusi 20 kV.

Berdasarkan tabel 2 nilai tegangan tembus material isolasi campuran resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung, diperoleh nilai rata-rata tegangan tembus spesimen pertama (material isolasi campuran resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung 0,5 gram) sebesar 10,28 kV, diperoleh nilai rata-rata tegangan tembus spesimen kedua (material isolasi campuran resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung 1 gram) sebesar 8,9 kV, diperoleh nilai rata-rata tegangan tembus spesimen ketiga (material isolasi campuran resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung 1,5 gram) sebesar 7,8 kV dan, diperoleh nilai rata-rata tegangan tembus spesimen keempat (material isolasi campuran resin epoxy dan *filler*

abu tongkol jagung 2 gram) sebesar 7,2 kV.

Adapun perbandingan nilai tegangan tembus resin epoxy murni dan campuran antara resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung ditampilkan pada gambar 3 dalam bentuk sebuah grafik.



**Gambar 3.** Nilai rata-rata tegangan tembus

Berdasarkan grafik pada gambar 3 dapat dilihat karakteristik tegangan tembus pada material isolasi resin epoxy murni sampai dengan material isolasi campuran antara resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung menjadi menurun dari material isolasi resin epoxy murni sampai dengan material isolasi campuran resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung.

Perbandingan nilai tegangan tembus material isolasi resin epoxy murni dan material isolasi spesimen pertama campuran antara resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung 0,5 gram sebesar 11,3 kV atau 52,36%. Untuk spesimen kedua campuran antara resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung 1 gram sebesar 12,65 kV atau 58,62%. Untuk spesimen ketiga campuran antara resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung 1,5 gram sebesar 13,77 kV atau 63,81%. Untuk spesimen keempat campuran antara resin epoxy dan *filler* abu

tongkol jagung 2 gram sebesar 14,32 kV atau 66,36%.

Adapun salah satu penyebab nilai tegangan tembus menurun pada material bahan isolasi campuran antara resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung diduga masih terdapatnya buble atau rongga (void) yang ada di dalam material isolasi tersebut. Menurut Yunus (2010) teori buble atau rongga (void) merupakan kegagalan partial discharge atau erosi yang disebabkan zat isolasi padat tidak sempurna karena adanya lubang atau rongga dalam bahan isolasi tersebut. Rongga (void) tersebut terisi oleh gas atau cairan yang kekuatan gagalnya lebih cepat dari kekuatan zat padat.

Banyaknya buble atau rongga (void) sangat mempengaruhi besar nilai tegangan tembus yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan banyaknya buble atau rongga (void) mempengaruhi besar nilai kegagalan partial discharge atau erosi pada isolasi padat. Semakin banyak jumlah buble atau rongga (void), maka semakin cepat tegangan tembus terjadi atau besar tegangan tembus menjadi menurun.

#### IV. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa nilai tegangan tembus pada campuran resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung 0,5 gram yaitu sebesar 10,28 kV, besar nilai tegangan tembus pada campuran resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung 1 gram yaitu sebesar 8,93 kV, besar nilai tegangan tembus pada campuran resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung 1,5 gram yaitu sebesar 7,81 kV, besar nilai tegangan tembus pada campuran resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung 2 gram yaitu sebesar 7,26 kV. Karakteristik campuran resin epoxy dan *filler* abu tongkol jagung tidak dapat dijadikan sebagai isolasi padat. Hal ini

dikarenakan semakin besar nilai campuran *filler* abu tongkol jagung, maka semakin kecil nilai tegangan tembus yang dihasilkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asy'ari H, Budiman A. (2009). Pengaruh Polutan Industri Terhadap Sifat Elektrik dan Sifat Hidrofobik Bahan Isolasi Resin Epoksi Berpengisi Arang Sekam Padi dan Silicone Rubber. UMS, Surakarta.
- [2] Dermawan, T. (2012). Pengaruh Komposisi Resin Terhadap Sifat Elektrik Dan Mekanik Untuk Bahan Isolasi Tegangan Tinggi. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir.
- [3] Erviana L. (2013). Isolasi Silika Dari Tongkol Jagung. Surabaya : Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
- [4] Fitriah, T. A. (2017). Pengaruh Bahan (Filter) Eceng Gondok dan Sekam Padi pada Material Isolasi Listrik (Polymer Epoxy). Makassar: Program Studi Teknik Elektro Program Pasca Sarjana Universitas Hasanudin Makassar.
- [5] Juliandhy, T. (2014). Efek Kegagalan Alat Flue Gas Desulphur Terhadap Tegangan Lewat Denyar Isolasi di Gardu Induk Pembangkitan Tanjung Jati B Jepara. Yogyakarta: Jurnal Nasional Teknik Elektro.
- [6] Nadjeeb's. (2009). Dipetik September Sabtu, 2020, dari <https://nadjeeb.wordpress.com/resin/>
- [7] Prasetyo M, Solechan. (2012). Pemanfaatan Batu Bersilika, Silane,

dan Vinyl Silane Sebagai Pengisi Bahan Isolasi Resin Epoksi Untuk Isolasi Listrik. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang.

- [8] Pesa, Y. H., & Murdiya, F. (2017). Karakteristik Tegangan Tembus AC pada Material Isolasi Padat Campuran Epoxy Resin dengan Cangkang Kepala Sawit. Pekan Baru: Universitas Riau.
- [9] Rasyid A, & Frimurdiya. (2017). Karakteristik Tegangan Tembus Ac Pada Material Isolasi Padat Campuran Resin Dengan Alumina ( $AL_2O_3$ ).
- [10] Rizkyi, I. P., Susatyo, E. B., & Susilaningsih, E. (2016). Aktivasi Arang Tongkol Jagung Menggunakan HI Sebagai Adsorben ION Cd (II), Indonesia Journal of Chemical Science, 5(2).
- [11] Seppanur, B. (2014). Analisis Kegagalan Isolasi Akibat Patial Discharge pada Kabel Na2xseby 20 KV Berisolasi XLPE dan PVC. Jurnal Momentum Teknik Elektro Vol. 16 No 2.
- [12] Yahendra, R. H. (2018). Kajian dan Pengujian Campuran Silika Organik dan Resin Sebagai Bahan Isolasi Listrik. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [13] Yunus, M. Y. (2010). The Study Of Partial Discharge On XLPE Cables. Vol. 8 No.1