

PERBANDINGAN TEGANGAN TEMBUS DAN KUAT TEKAN ISOLATOR RESIN EPOKSI MENGGUNAKAN PASIR SUNGAI BOLANGO GORONTALO DAN PASIR SILIKA SEBAGAI *FILLER*.

Ervan Hasan Harun ¹⁾, Randani Kurniawan Putra Otaya ²⁾, Jumiati Ilham ³⁾

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro Universitas Negeri Gorontalo

Email: ervanharun@ung.ac.id¹⁾

Asal Negara: Indonesia

ABSTRAK

Salah satu masalah dalam penggunaan resin epoxy sebagai bahan dasar pembuatan isolator adalah harga resin epoksi yang masih relatif mahal dan susah didapatkan khususnya di daerah Gorontalo. Penelitian kali ini mencoba menambahkan pasir sungai Bolango Gorontalo dan pasir silika sebagai pengisi (*filler*) ke dalam bahan resin epoxy dengan variasi atau komposisi tertentu untuk kemudian dilakukan pengujian terhadap tegangan tembus dan kuat tekan. Metode eksperimen digunakan pada penelitian ini, yakni pengujian tegangan tembus menggunakan sumber tegangan tinggi AC dan pengujian kuat tekan menggunakan alat uji kuat tekan. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa, isolator resin epoxy dengan penambahan pasir sungai sebagai *filler* memiliki ketahanan terhadap tegangan tembus yang kurang baik dibandingkan dengan isolator resin epoxy dengan *filler* berupa pasir silika. Namun, dari aspek kuat tekan, maka isolator resin epoxy dengan *filler* berupa pasir sungai memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan isolator resin epoxy dengan *filler* pasir silika.

Kata kunci: epoksi; eksperimen; pasir silika; pasir sungai; tegangan tembus; isolator

ABSTRACT

One of the problems in using epoxy resin as a basic material for making insulators is the price of epoxy resin which is still relatively expensive and difficult to obtain, especially in the Gorontalo area. This research tries to add Bolango Gorontalo river sand and silica sand as filler to the epoxy resin material with a certain variation or composition to then test the breakdown stress and compressive strength. Experimental methods were used in this study, namely testing the breakdown voltage using a high AC voltage source and testing the compressive strength using a compressive strength tester. From the results of the study it was found that the epoxy resin insulator with the addition of river sand as a filler had poor breakdown voltage resistance compared to the epoxy resin insulator with silica sand as filler. However, from the aspect of compressive strength, the epoxy resin insulator with filler in the form of river sand has a higher compressive strength value compared to the epoxy resin insulator with silica sand filler.

Keywords: epoxy; experiment; silica sand; river sand; breakdown voltage; insulator

1. PENDAHULUAN

Isolasi merupakan salah satu bahan yang digunakan dalam sistem kelistrikan dan berfungsi untuk memisahkan dua atau lebih penghantar tegangan sehingga tidak terjadi loncatan listrik atau hubung singkat antar penghantar tersebut (Ali, 2017). Bahan isolasi yang banyak digunakan di Indonesia selama ini adalah bahan isolasi keramik dan kaca. Kelebihan isolator jenis ini adalah harganya yang cukup murah dibandingkan dengan isolator polimer dan juga memiliki sifat termal yang baik (seperti tahan panas). Namun isolasi jenis ini memiliki kelemahan mekanis yaitu berat dan permukaan yang menyerap air (*higroskopis*) sehingga memudahkan kebocoran permukaan yang pada akhirnya dapat menyebabkan kegagalan isolasi. (Santo, dkk 2019).

Perkembangan penggunaan isolasi pada sistem kelistrikan harus mencapai tingkat keandalan yang optimal, dan merupakan suatu tantangan untuk menemukan bahan isolasi baru dalam penggunaan listrik. Salah satu bahan isolasi yang saat ini sedang

dikembangkan untuk penggunaan listrik adalah bahan polimer seperti resin epoksi. Epoxy adalah salah satu jenis bahan kimia yang juga bisa dikatakan sebagai salah satu jenis resin dalam proses polimerisasi, begitu pula epoxy yang sering digunakan sebagai perekat, pelapis atau cat untuk berbagai bahan. (Harun dan Pratiwi, 2020). Untuk mengatasi kelemahan isolator keramik dan kaca, salah satu alternatifnya adalah dengan menggunakan isolator polimer. Penggunaan jenis isolasi polimer pada jaringan distribusi dan transmisi mulai diperkenalkan di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan jenis isolasi konvensional lainnya. Insulator polimer dapat memiliki densitas curah yang rendah, pembuangan panas yang tinggi, dan biaya produksi yang lebih rendah. (Pratiwi, dkk 2021). Perkembangan bahan isolasi polimer khususnya resin epoksi saat ini telah banyak digunakan sebagai isolasi peralatan tegangan tinggi karena strukturnya yang relatif lebih ringan. (Pesa dan Murdiya, 2017).

Penelitian isolator polimer dari resin epoxy dengan berbagai bahan pengisi (*filler*) untuk mengatasi kelemahan pada isolator polimer sudah banyak dilakukan. Tujuan penggunaan bahan pengisi adalah untuk meningkatkan kinerja polimer dan pada saat yang sama mengurangi biaya pembuatan isolasi polimer. Analisis degradasi permukaan bahan isolasi resin epoksi yang terbuat dari campuran karet silikon dan pengisi silika diselidiki untuk pemantauan listrik. Hasil pengukuran resistansi permukaan untuk bahan resin epoksi biasanya meningkat ketika ditambahkan pasir silika dan karet silikon, tetapi menurun setelah penuaan. (Savitri *dkk*, 2019).

Pasir silika adalah pasir dengan penyusun utama berupa Silicon dioksida (SiO_2). Pasir silika juga mengandung bahan anorganik dan memiliki sifat kestabilan tinggi terhadap temperatur, dan juga pengotor yang diangkut selama pengendapan. Pasir silika atau disebut juga pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral terpenting, seperti silika dan feldspar (Rahman, 2006). Jenis pasir ini biasanya dimanfaatkan untuk keperluan dalam industri seperti ban, gelas, keramik, dimana keramik sering digunakan sebagai bahan isolator (Trinasari *dkk*, 2017).

Silika konvensional diproduksi dengan proses penambangan yang diawali dengan ekstraksi pasir kuarsa sebagai bahan baku. Pasir kuarsa tersebut kemudian melalui proses pencucian untuk menghilangkan lanau dan pengotor organik, yang kemudian dipisahkan dan dikeringkan kembali sehingga menghasilkan pasir dengan kandungan silika yang lebih tinggi, tergantung kondisi kuarsa di area tambang (Adi, 2018). Sedangkan pasir sungai terbuat dari gigitan batu besar yang keras dan tajam serta memiliki sifat kuat dan kekal. Pasir sungai yang memiliki kandungan lumpur yang lebih rendah dan sering digunakan pada pembuatan kaca, di mana kaca sering digunakan sebagai bahan isolator dengan pengisi karet, karbon hitam, gelas/kaca sebagai penguat (Sidabutar, 2017).

Salah satu masalah dalam penggunaan resin epoxy sebagai bahan dasar pembuatan isolator adalah harga resin epoksi yang masih relatif mahal dan susah didapatkan khususnya di daerah Gorontalo. Penelitian kali ini mencoba menambahkan pasir sungai Bolango Gorontalo dan pasir silika sebagai pengisi (*filler*) ke dalam bahan resin epoxy dengan variasi atau komposisi tertentu untuk kemudian dilakukan pengujian terhadap tegangan tembus dan kuat tekan.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian ini menggunakan uji patah dan kuat tekan material resin epoksi dengan variasi pasir sungai dan pasir silika yang dilakukan di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi dan Laboratorium Teknik Konstruksi Fakultas

Teknik Universitas Negeri Gorontalo dengan langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

2.1. Membuat Bahan Isolasi

Bahan isolasi dari bahan uji adalah campuran resin epoksi murni dan pengeras dengan pengisi pasir sungai dan pasir silika dengan langkah-langkah berikut:

- Penggilingan pasir sungai dan pasir silika.
Pasir sungai dan pasir silika yang sudah diambil kemudian digiling menggunakan blender untuk mendapatkan kehalusan yang maksimal.
- Penyaringan pasir sungai dan pasir silika.
Setelah kedua pasir diblender selanjutnya pasir akan disaring menggunakan ayakan atau saringan dengan nomor 100 dan 200 mesh untuk mendapatkan hasil (kehalusan) yang maksimal.
- Penimbangan bahan uji resin epoksi epoksi serta pengisi.
Timbang resin epoksi dalam tangki cetakan hingga 20 gram. Nilai 20 gram diperoleh dengan menekan bahan resin epoksi bening ke dalam cetakan.
- Pencampuran material.
Bahan yang telah ditimbang sesuai dengan takarannya ditempatkan pada mangkuk pencampur untuk diaduk. Proses ini dilakukan dengan mencampurkan bahan-bahan tersebut agar tercampur rata.
- Pengeringan.
Dilakukan di ruangan tertutup dengan suhu 28°C selama 24 jam. Saat pengeringan selesai, bahan isolasi dengan campuran dikeluarkan dari wadah cetakan bahan uji untuk menguji tegangan tembus.

2.2. Pengujian Tegangan Tembus AC

Pengujian ini dilakukan dengan menaikkan tegangan hingga terjadi percikan api yang menandakan tegangan telah tembus. (*breakdown voltage*) (Rufina, Ratnata dan Hasbullah, 2014), yaitu tegangan yang menyebabkan isolator menjadi tembus listrik, atau karena isolator terpapar listrik, sama atau lebih besar dari tegangan dielektrik (Rasyid dan Murdiya, 2017).

2.3. Pengujian Kuat Tekan

Alat yang digunakan untuk menguji kuat tekan bahan adalah Unconfined Compression Machine (UCM) yang hasilnya ditampilkan di layar monitor. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai uji kuat tekan bahan. Kuat tekan adalah kemampuan suatu bahan untuk menyerap gaya tekan tunggal yang besar. Kuat tekan bahan menunjukkan kualitas struktur material yang diperoleh pada pengujian kuat tekan. Prosedur pengujian yang umum digunakan adalah standar ASMeC39-86. Kuat tekan setiap elemen uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi dari benda uji (Setiyarto dan Pradana, 2022).

2.4. Pengolahan dan Analisis Data






Pada saat merekam hasil pengujian tegangan tembus pada bahan uji, pencatatan ini dilakukan apabila bahan isolasi yang diuji mengalami tegangan tembus pin elektroda melalui bahan isolasi. Pada uji kuat tekan, pencatatan saat bahan isolasi yang diuji telah menembus alat uji kuat tekan *Unconfined Compression Machine (UCM)*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN






3.1. Material Isolasi Padat Campuran Pasir Sungai dan Pasir Silika

Isolasi campuran resin epoksi dengan variasi pasir sungai dan silika dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Isolasi Padat Campuran Resin Epoksi Variasi Pasir Sungai

No	Resin Epoksi (gram)	Hardener (gram)	Filler Sungai (gram)	Hasil Sample
1.	20	7	0,5	
2.	20	7	1,0	
3.	20	7	1,5	
4.	20	7	2,0	
5.	20	7	2,5	

Tabel 2. Isolasi Padat Campuran Resin Epoksi Variasi Pasir Silika

No	Resin Epoksi (gram)	Hardener (gram)	Filler Silika (gram)	Hasil Sample
1.	20	7	0,5	
2.	20	7	1,0	
3.	20	7	1,5	
4.	20	7	2,0	
5.	20	7	2,5	

3.2. Pengujian Tegangan Tembus

Pengujian tegangan tembus dilakukan di laboratorium Teknik Tegangan Tinggi, menggunakan ekektroda jarum dan sumber tegangan tinggi AC. Setiap material uji dilakukan pengujian sebanyak 3 kali untuk kemudian diambil nilai rata-

ratanya. Hasil pengujian tegangan tembus dengan bahan *filler* pasir sungai dan pasir silika berturut-turut diberikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Nilai tegangan tembus material isolasi campuran resin epoksi dengan filler pasir sungai

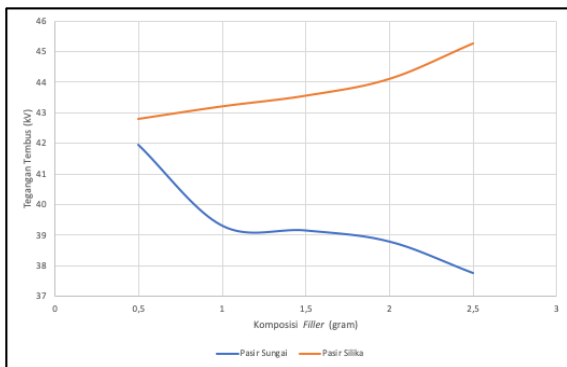
Pengujian	Nilai Tegangan Tembus (kV)				
	Komposisi Pasir Sungai (gram)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	40,45	39,40	39,65	38,16	38,12
2	41,78	39,65	39,80	38,78	38,66
3	43,59	38,91	38,03	39,46	36,56
Rata-rata	41,94	39,32	39,16	38,80	37,78

Tabel 4. Nilai tegangan tembus material isolasi campuran resin epoksi dengan filler pasir silika

Pengujian	Nilai Tegangan Tembus (kV)				
	Komposisi Pasir Silika				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	42,70	43,10	43,30	44,60	45,56
2	42,9	43,5	43,29	44,42	45,11
3	42,8	43,03	44,09	43,31	45,14
Rata-rata	42,80	43,21	43,56	44,11	45,27

Berdasarkan hasil pengujian tegangan tembus diperoleh bahwa, nilai tegangan tembus untuk resin epoxy dengan filler dari pasir sungai memiliki tegangan tembus yang cenderung turun seiring dengan naiknya komposisi *filler* yang ditambahkan atau dicampurkan dengan resin epoxy. Hal ini disebabkan bahwa pada pasir sungai masih terdapat zat-zat bawaan yang bersifat konduktif sehingga mempercepat proses terjadinya tegangan tembus. Pasir yang digunakan sebagai filler pada penelitian ini berasal dari sunga Bolango. Kandungan besi pada pasir sungai Bolango ditunjukkan dengan kandungan magnetite (Ma). Dominasi senyawa magnetite erat kaitannya dengan kuatnya faktor hamburan unsur Fe dibandingkan unsure Si (Jahja, 2017). Sifat fisika dan kimia unsur Fe inilah yang menjadi penyebab utama dari tegangan tembus.

Sedangkan pada resin epoxy dengan filler menggunakan pasir silika, nilai tegangan tembus semakin meningkat seiring dengan bertambahnya komposisi *filler* yang dicampurkan ke dalam resin epoxy, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Hal ini disebabkan oleh pasir silika (SiO_2) dengan unsur penyusun senyawa adalah silikon yang secara kimia memiliki konduktifitas yang rendah dibandingkan dengan unsur Fe yang mendominasi pasir sungai.



Gambar 1. Grafik tegangan tembus (kV) untuk setiap komposisi filler (gram) dari pasir sungai dan pasir silika pada isolator resin epoxy.

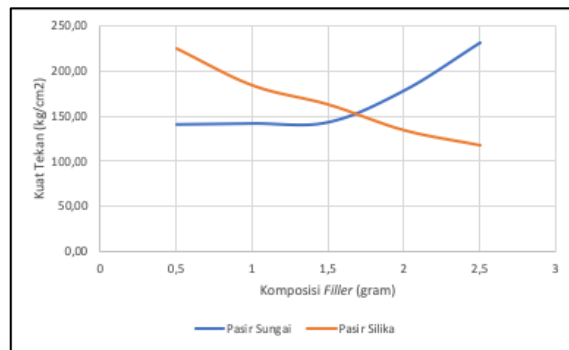
3.3. Pengujian Kuat Tekan

Uji kuat tekan dilakukan pada laboratorium Teknik Sipil. Pada pengujian kuat tekan, hanya dilakukan satu kali saja karena pengujian dilakukan sampai dengan material uji benar-benar hancur. Hasil pengujian kuat tekan untuk resin epoxy dengan filler pasir sungai dan pasir silika diberikan pada Tabel 5.

Tabel 4. Nilai kuat tekan material isolasi campuran resin epoksi dengan filler pasir sungai dan pasir silika

Komposisi Filler (gram)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	
	Pasir Sungai	Pasir Silika
0,5	141,05	224,43
1,0	142,07	183,61
1,5	143,48	162,27
2,0	178,42	133,80
2,5	231,04	117,11

Kuat tekan isolator resin epoxy dengan filler dari pasir sungai Bolango Gorontalo memberikan nilai kuat tekan yang cenderung naik seiring dengan bertambahnya komposisi pasir sungai ke dalam campuran resin epoxy, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Hal ini diakibatkan oleh pasir sungai yang memiliki sifat mengikat sebagaimana digunakan pada beton untuk pekerjaan konstruksi sipil. Analisis ini didukung penelitian yang dilakukan oleh (Usman, 2022) bahwa Kuat tekan beton material sungai Bolango memberikan kuat tekan yang lebih tinggi dari kuat tekan yang direncanakan yaitu 18 MPa, kuat tekan yang dihasilkan adalah 19,87 M.Pa dan 20,93 MPa Sedangkan isolator resin epoxy dengan filler berupa pasir silika memiliki nilai kuat tekan yang cenderung turun seiring dengan bertambahnya komposisi pasir silika ke dalam campuran resin epoxy. Hal ini diakibatkan oleh sifat pasir silika yang memang tidak sekeras jika dibandingkan dengan pasir sungai.



Gambar 2. Grafik kuat (kg/cm²) untuk setiap komposisi filler (gram) dari pasir sungai dan pasir silika pada isolator resin epoxy.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, isolator resin epoxy dengan penambahan pasir sungai Bolango Gorontalo sebagai filler memiliki ketahanan terhadap tegangan tembus yang kurang baik dibandingkan dengan isolator resin epoxy dengan filler berupa pasir silika. Namun, dari aspek kuat tekan, maka isolator resin epoxy dengan filler berupa pasir sungai Bolango Gorontalo memiliki nilai kuat tekan yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan isolator resin epoxy dengan filler pasir silika.

4.2. Saran

Diperlukan penelitian yang lebih lanjut tentang isolator resin epoxy dengan filler berupa gabungan (*mix*) antara pasir sungai Bolango Gorontalo dengan pasir silika dengan tujuan untuk mendapatkan komposisi yang optimal untuk mendapatkan isolator yang memenuhi syarat/standar baik dari aspek tegangan tembus maupun dari aspek kuat tekan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, A.S. (2018). Analisa Penggunaan Pasir Silika Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton. *Jurnal Riset Pembangunan*, 1(1), 36-47.
- Ali, M.M. (2017). Pengaruh Kualitas dan Pemasangan Kabel Suplai Pada Peralatan Rumah Tangga Sesuai SNI IEC 60335-1:2009. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 2(2), 47-54. doi: 10.36048/jtpii.v2i2.3467.
- Harun, Y. & Pratiwi, A.I. (2020). Karakteristik Dielektrik Isolator Polimer Resin Epoksi Berbahan Pengisi Abu Tongkol Jagung. *ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 14(1), 15-19.
- Jahja, M. (2017). Kajian XRD sample pasir Sungai Bolango, Provinsi Gorontalo. *ISSET Collaborative Graduate School Conference*. Jurusan Fisika, Universitas Negeri Gorontalo.

- Pesa, Y.H. & Murdiya, F. (2017). Karakteristik Tegangan Tembus AC pada Material Isolasi Padat Campuran Epoxy Resin dengan Cangkang Kelapa Sawit. *Jom FTEKNIK*, 4(1), 1 - 10.
- Pratiwi, A.I., Asri, M. & Yusuf, A.S. (2021). Analisis Tegangan Tembus Dan Hidrofobisitas Isolator Nano Komposit Resin Epoksi Dan SiO₂. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3(2), 89 – 92.
- Rahman, F. (2006). Pengaruh Kehalusan Serbuk Pasir Silika Terhadap Kekuatan Tekan Mortar. *INFO TEKNIK*, 7(2), 56 – 66.
- Santo, J.E., Suyanto, M., & Subandi. (2019). Analisis Pengujian Bahan Isolasi Resin Epoksi Dengan Pengisian Silika Dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Elektrikal*, 6(1), 17 – 25.
- Savitri, F.R., Syakur, A., & Hermawan. (2019). Analisis Penambahan Bahan Pengisi Pasir Silika Pada Bahan Resin Epoksi Silicone Rubber Terhadap Parameter Listrik, Mekanik Dan Fisik Untuk Bahan Isolator. *TRANSIENT*, 8(2), 171 – 180.
- Setiyarto, Y.D. & Pradana, D. (2022). Pengaruh Penggunaan Zat Epoxy Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *CRANE : Civil Engineering Research Journal* 3(1), 12 – 21.
- Sidabutar, T.K. (2017). Pembuatan Dan Karakterisasi Keramik Magnesium Alumina Silika Dari Abu Vulkanik Gunung Sinabung. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 6(1), 28–35.
- Trianasari, Manurung, P., & Karo-Karo, P. (2017). Analisis dan Karakterisasi Kandungan Silika (SiO₂) sebagai Hasil Ekstraksi Batu Apung (Pumice). *JURNAL Teori dan Aplikasi Fisika*, 5(2), 179–186
- Usman, S.D. (2022). Studi Eksperimental Karakteristik Agregat Dari Sungai Bone Dan Sungai Bolango Terhadap Proporsi Campuran Beton. *Rekayasa Jurnal Teknik Sipil Universitas Madura*, 7(1), 19 – 23.