

PROSES PEMBUATAN DAN PENGUJIAN BENDA UJI KERAMIK UNTUK BAHAN BAKU ISOLATOR LISTRIK KERAMIK PORSELEN

MANUFACTURING AND TESTING PROCESS OF CERAMIC SPECIMENS FOR RAW MATERIALS OF ELECTRICAL ISOLATOR PORCELAIN CERAMIC

Wahyu Garinas

Peneliti Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Mineral (PTPSM)
Deputi TPSA – Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
Gedung Geostech 820, Puspiptek Serpong, Tangerang Selatan, Banten, 15314
wahyugarinas@bppt.go.id

Abstrak

Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan mencari bahan baku untuk pembuatan isolator keramik porselen. Bahan baku untuk pembuatan benda uji keramik sebagian besar menggunakan bahan baku lokal. Proses pengolahan bahan baku pada penelitian ini : pembuatan komposisi, pengolahan bahan dan pembuatan benda uji. Metode yang akan dilakukan dalam pengolahan ini yaitu proses pemisahan dengan cara basah dan kering. Untuk mengetahui kualitas kelistrikan dari bahan baku keramik maka dibuat benda uji dan dilakukan uji tegangan tembus listrik. Hasil uji terhadap benda uji ternyata semua benda uji masih belum memenuhi standar IEC maupun ASTM. Nilai hasil uji terhadap sampel sekitar (7,99 - 9,35) kV/mm dan semua sampel belum memenuhi standar yang direkomendasikan oleh PLN (9,85 kV/mm). Hasil uji tersebut menunjukkan bahwa sampel no. 5 dan 6 yang mendekati standar dari PLN. Perlu evaluasi terhadap komposisi, bahan dan proses pembuatan dari benda uji keramik.

Kata Kunci : Bahan mentah keramik (kaolin, felspar, ball clay, kuarsa), pengujian benda uji, pengujian tegangan tembus, kualitas bahan keramik.

Abstract

This study is part of the looking for raw materials for the manufacture of ceramic porcelain insulators. The raw material for the manufacture of ceramic test specimens mostly using local raw materials. The processing of the raw material in this study: preparing a composition, materials processing and manufacturing of the test object. The method will be done in this processing is the separation process by means of wet and dry. To know the the quality of the electrical ceramic raw materials then created of the test specimen and test the electrical Puncture Voltage. The test results of the test specimen it turns out all specimens still does not meet PLN (IEC and ASTM) standards. Value test results on samples approximately (7.99 to 9.35) kV / mm and all samples do not meet the standards recommended by PLN. The test results showed that the samples no. 5 and 6 are closer to a standard of PLN. Needs to be evaluation of the composition, materials and manufacturing process of ceramic test specimen.

Keywords : raw material ceramic, specimens test, puncture voltage test, ceramic material quality.

Diterima (received) : 10 September 2016, Direvisi (Revised) : 25 Oktober 2016,
Disetujui (Accepted) : 25 November 2016

PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan listrik pada saat ini tentunya akan menambah penggunaan yang berhubungan dengan peralatan listrik. Banyak sekali bahan penunjang dan peralatan kelistrikan yang dibutuhkan. Banyak sekali jenis

dan bahan serta kelengkapan yang digunakan dalam sektor industri listrik. Bahan pendukung dan kelengkapan industri kelistrikan yang menunjang dan digunakan cukup banyak misalnya isolator listrik. Salah satu jenis isolator listrik yang banyak sekali digunakan adalah isolator listrik keramik. Walaupun kita ketahui bahwa isolator listrik banyak jenis bahan bakunya seperti isolator gelas, polimer dan lain sebagainya.

Produksi isolator keramik listrik khusus digunakan untuk tegangan tinggi cukup sulit untuk mengetahui secara tepat demikian pula kebutuhannya. Dengan mendapatkan data jumlah jaringan dan kebutuhan isolator pada suatu jaringan tentunya kita akan memperoleh data perkiraan isolator terpasang dan pemakaiannya kedepan. Berdasarkan perhitungan secara umum maka sudah jutaan isolator listrik terpasang yang meliputi semua jenis isolator seperti rendah dan tinggi. Meningkatnya kebutuhan penggunaan listrik setiap tahun maka penggunaan isolator listrik akan naik signifikan sesuai dengan pembangunan kelistrikan di Indonesia. Data dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) bahwa elektrifikasi (daerah yang teraliri listrik) tahun 2010 yang baru mencapai 67 persen, rasio elektrifikasi nasional telah naik 20 persen. Menurut PLN, Dalam 5 tahun ke depan kebutuhan listrik akan tumbuh sebesar rata-rata 8,7 persen per tahun dan target rasio elektrifikasi sebesar 95 persen pada akhir tahun 2019. 1)

Isolator listrik adalah bahan yang tidak bisa atau sulit melakukan perpindahan muatan listrik. Bahan-bahan ini dipergunakan dalam alat-alat elektronika sebagai isolator, atau penghambat mengalirnya arus listrik. Isolator berguna pula sebagai penopang beban atau pemisah antara konduktor tanpa membuat adanya arus mengalir ke luar atau antara konduktor. Istilah ini juga dipergunakan untuk menamai alat yang digunakan untuk menyangga kabel transmisi listrik pada tiang listrik.

Berdasarkan data potensi kebutuhan dan rencana pembangunan kelistrikan tersebut tentunya penggunaan bahan aksesoris kelistrikan seperti isolator akan tetap dibutuhkan nantinya. Peluang untuk

mengoptimalkan aksesoris kelistrikan seperti isolator listrik terutama jenis keramik produksi dalam negeri menjadi lebih besar dan menjadi prioritas.

Penggunaan bahan keramik untuk isolator listrik sudah dikenal sejak lama dan banyak pabrik telah didirikan. Selama ini kita tidak banyak yang tahu besar produksi penggunaan isolator listrik keramik terutama yang digunakan untuk tegangan tinggi. Apalagi produk isolator keramik dengan bahan baku berasal dari dalam negeri selama ini belum ada data yang dapat meyakinkan kita.

Bahan baku dalam negeri untuk keramik seperti kaolin, ball clay, felspar dan kuarsa yang melimpah merupakan modal awal untuk mengoptimalkan pemanfaatannya. Hal ini merupakan bagian awal dari rangkaian panjang penelitian bahan keramik dalam negeri untuk bahan isolator listrik keramik

Bahan baku keramik yang digunakan dalam penelitian ini terpilih dari berasal dalam negeri dan menggunakan peralatan dan metode pengolahan bahan umum biasa digunakan pada industri keramik. Teknologi pengolahan yang digunakan merupakan teknologi umum dalam pembuatan keramik dan sering dipakai. Ada beberapa inovasi dalam pengolahan bahan terutama dalam memperbaiki kualitas bahan baku. Misalnya dalam proses pengolahan bahan mentah ditambahkan peralatan penangkap material mengandung logam dengan saringan magnet dan memperketat pengawasan bahan serta proses pencampuran. Penggunaan saringan magnet ditujukan agar kandungan logam pada bahan mentah akan dapat diminimalisir. Selanjutnya dilakukan proses pengolahan basah, pencampuran bahan uji dan Tahapan akhir membuat serta mencetak dimensi benda uji sesuai kebutuhan penelitian laboratorium kemudian dikeringkan untuk siap proses pembakaran.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data kualitas benda uji keramik dari pengujian kuat tembus listrik dengan standar badan isolator keramik. Secara tidak langsung akan diketahui juga kualitas juga bahan baku keramik, komposisi, teknologi proses.

Oleh karena itu tahapan awal bahan baku keramik yang akan diolah perlu upaya perbaikan kualitasnya. Untuk memberikan gambaran kualitas isolator yang akan dibuat maka komposisi yang dibuat disesuaikan dengan kekuatan badan isolator keramik. Untuk itu maka dalam penelitian ini dibuatlah benda uji keramik. Berdasarkan ketersediaan

alat uji kelistrikan dan standar yang ada maka bentuk benda uji yang sepakati adalah bentuk silinder dan ketebalan yang bervariasi.

Benda uji badan keramik yang dibuat akan diuji yaitu dengan peralatan uji tegangan tembus listrik. Dengan pengujian ini diharapkan dapat mengetahui kekuatan badan keramik (kaolin, ball clay, felspar, kuarsa dan alumina) dengan komposisi yang dibuat terhadap kekuatan tembus aliran listrik tegangan tinggi. Bentuk benda uji dan cara pengujian yang direncanakan sesuai dengan hasil diskusi dengan Perusahaan Listrik Negara (PLN) sesuai dengan kebutuhan standar uji di laboratorium PLN. Adapun standar uji yang dipersyaratkan PLN yaitu berdasarkan standar International Electrotechnical Commission (IEC) dan atau American Standard Test Method (ASTM).

Hasil penelitian terhadap sampel memperlihatkan bahwa benda uji yang dibuat masih belum memenuhi standar dan kesepakatan yang dipersyaratkan oleh PLN. Untuk itu masih diperlukan variasi komposisi, proses pengolahan dan pemilihan lokasi bahan baku yang tepat untuk penelitian.

BAHAN DAN METODE

Keramik memiliki karakteristik yang memungkinkannya digunakan untuk berbagai aplikasi termasuk. Sifat-sifat keramik umumnya seperti : sifat mekanik, sifat thermal, sifat elektrik, sifat optik, sifat kimia, sifat fisik dan sifatnya dapat magnetik dan non-magnetik ²⁾.

Sifat-sifat seperti kekerasan dan ketahanan panas dan listrik secara signifikan lebih tinggi keramik dari pada logam. Ukuran butir mempunyai pengaruh besar terhadap kekuatan dan sifat-sifat keramik; ukuran butir yang halus (dikatakan keramik halus), semakin tinggi kekuatan dan ketangguhannya ³⁾.

Keramik memiliki karakteristik yang memungkinkannya digunakan untuk berbagai aplikasi termasuk :

-) Kapasitas panas yang baik dan konduktivitas panas yang rendah.
-) Tahan korosi.
-) Sifat listriknya dapat insulator, semikonduktor, konduktor bahkan superkonduktor
-) Sifatnya dapat magnetik dan non-magnetik
-) Keras dan kuat, namun rapuh.⁴⁾

Metode atau pendekatan yang dilakukan dalam pelaksanaan kajian ini adalah dengan melakukan

:
1. Studi pendahuluan meliputi : pengumpulan data dari berbagai literatur, jurnal, artikel-artikel, standar pengujian dan data yang dipublikasi oleh lembaga perguruan tinggi atau institusi terkait misalnya Kementerian / Dinas Energi Sumberdaya Mineral, Balai Besar Keramik Bandung - Kementerian Perindustrian, Badan Pusat Statistik dan lain-lain.

2. Pembuatan dan pengolahan bahan baku untuk pembuatan benda uji bahan keramik isolator. Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain dengan persiapan bahan baku dan melakukan proses pengolahan dan pembuatan benda uji.

Persiapan bahan dimulai dengan pemilihan bahan keramik (kaolin, felspar, ball clay, kuarsa, alumina) kemudian menentukan komposisi bahan uji dengan pertimbangan sifat, kualitas yang selama ini diketahui. Pada tahapan ini komposisi badan (bodi) benda uji yang akan diteliti yaitu bodi keramik alumina.

Bahan baku dari lokal seperti kaolin berasal dari lokasi di Pulau Bangka dan Belitung, ball clay yang digunakan berasal dari Kalimantan, felspar dari Sumatera Utara. Pada penelitian ini bahan baku yang masih diimpor adalah alumina. Benda uji yang dibuat terdiri atas beragam komposisi dan berbagai macam bentuk yang berbeda.

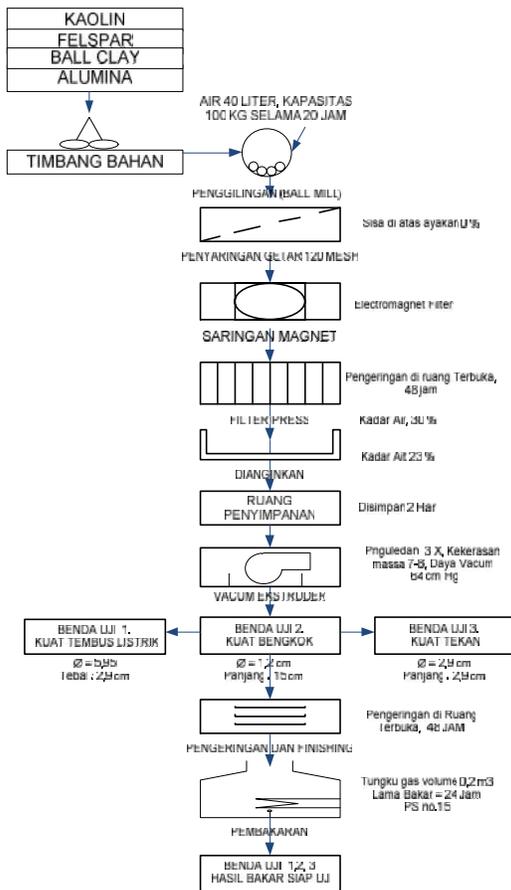
Proses pengolahan bahan ini dilakukan untuk membuang mineral pengganggu seperti mineral pengotor yang ada di bahan baku keramik.

Tahapan pengolahan bahan mentah meliputi ⁵⁾ :

- Pemilihan bahan dan penimbangan bahan mentah keramik.
- Dimasukkan dalam Penggiling.
- Tambahkan air sehingga membentuk suspensi dengan 30-40 % kadar padatan.
- Diaduk hingga rata sehingga bahan tepung menjadi suspensi.
- Disaring secara basah dengan ayakan 100 mesh untuk menyaring kotoran dan bahan organik.
- Disaring dengan saringan magnet yaitu magnetik ferro filter.
- Massa suspensi kemudian diendapkan.
- Pengeringan bahan keramik terolah selama 24 jam.
- Bahan keramik terolah di padatkan dengan filter press.

- Pencetakan benda Uji sesuai dengan kebutuhan pengujian (kuat tembus, kuat tekan dan kuat lentur (bengkok) .
- Benda uji dikeringkan.
- Proses akhir benda uji untuk pengujian kelistrikan (kuat tembus) dibakar.

Metode dipilih dalam pengolahan bahan keramik yaitu menggunakan proses pemisahan dengan cara basah dan kering. Bagan alir pengolahan bahan mentah keramik seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Proses Pembuatan Benda Uji Bahan Keramik Listrik.⁵⁾

Untuk keperluan uji kelistrikan maka telah direncanakan untuk membuat benda uji yang dengan diameter lingkaran sekitar 30 – 40 mm dan ketebalan 6 sampai 7 mm. Dimensi benda uji hasil proses pengolahan bahan sesuai dengan yang direncanakan seperti pada gambar 2, berikut.



Gambar 2. Bentuk dan Dimensi Benda uji Bahan Baku Isolator Keramik⁵⁾.

3. Pengujian tegangan tembus kelistrikan untuk benda uji dilakukan dengan bekerjasama dengan Pusat Penyelidikan Masalah Kelistrikan (PPMK – PLN). Jenis tegangan yang diuji pada suatu peralatan tergantung tegangan kerja peralatan dan jenis tegangan lebih yang mungkin dipikul peralatan tersebut.

Prosedur pengujian tegangan tinggi tergantung pada kesepakatan antara produsen dan pemakai peralatan. Standar pengujian yang ada saat ini antara lain adalah : International Electrotechnical Commission (IEC), JIS (Jepang), VDE (Jerman), ASTM (Amerika Serikat) dan lain sebagainya.

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian tegangan tinggi adalah :⁴⁾

1) Pembangkitan tegangan tinggi yang terdiri atas : pembangkit tegangan tinggi AC, pembangkit tegangan tinggi DC, dan pembangkit tegangan tinggi impuls.

2) Alat ukur tegangan tinggi yang terdiri atas alat ukur tegangan tinggi DC, alat ukur tegangan tinggi AC, dan alat ukur tegangan tinggi impuls.

3) Alat pengukur sifat listrik dielektrik, antara lain alat ukur rugi – rugi dielektrik, alat ukur tahanan isolasi, alat ukur konduktivitas, dan alat ukur peluahan parsial.

Pengujian tegangan tinggi dibutuhkan untuk⁵⁾

a) Untuk meneliti sifat – sifat listrik dielektrik yang baru ditemukan, sebagai usaha dalam menemukan bahan isolasi yang lebih murah.

- b) Untuk verifikasi hasil rancangan isolasi baru, yaitu hasil rancangan yang telah dikurangi volume isolasinya.
- c) Untuk memeriksa kualitas peralatan sebelum dipasang, hal ini dilakukan untuk menghindari kerugian bagi pemakai peralatan.

- d) Untuk memeriksa kualitas peralatan setelah beroperasi dalam rangka mengurangi kerugian semasa pemeliharaan.

Pengujian tegangan tinggi dapat dikelompokkan berdasarkan dengan pengujian terhadap benda uji, yaitu :⁶⁾

- 1) Pengujian tidak merusak , meliputi :
 - (a) Pengukuran tahanan isolasi. Pengujian dengan tegangan tinggi searah dilakukan hanya pada peralatan peralatan yang mempunyai kapasitansi besar.
 - (b) Pengukuran faktor rugi – rugi dielektrik.
 - (c) Pengukuran korona.
 - (d) Pemetaan medan elektrik.

- 2) Pengujian bersifat merusak, yaitu :
 - (a) Pengujian ketahanan (Withstand Test)
 - (b) Pengujian peluahan (Discharge Test)
 - (c) Pengujian kegagalan (Breakdown Test)

Ada tiga metode dalam memberikan tegangan pengujian berdasarkan American Standard Test Method (ASTM D-149) :

1. **Metode A** : Pengujian Waktu Singkat (Short Time Test).

Pada metode pengujian waktu singkat, dielektrik diuji dengan tegangan yang naik secara bertahap mulai dari nol, lalu naik dengan kecepatan tertentu, misalkan 100V/s hingga terjadi tembus listrik pada bahan dielektrik. Waktu yang dibutuhkan hingga terjadinya tembus listrik haruslah antara 10 sampai 20 sekon. Jika dengan kenaikan tegangan tembus listrik terjadi bukan pada interval waktu 10 – 20 sekon, dicari variasi kenaikan tegangan lain yang membuat tembus listrik dalam interval waktu tersebut.

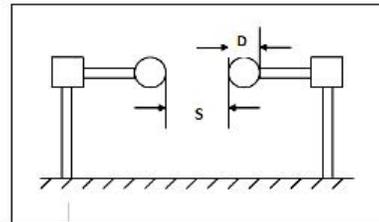
2. **Metode B** : Pengujian bertangga (Step-by-Step Test).

Tegangan pengujian dibuat seperti gambar dengan tegangan uji awal Nilai tegangan awal VS dipilih kurang lebih 50% dari perkiraan tegangan tembus atau hasil pengujian tegangan tembus waktu singkat yang telah dilakukan sebelumnya. Jika tegangan pengujian awal yang dipilih menyimpang dari nilai yang diberikan pada tabel, maka tingkat kenaikan tegangan dibuat sebesar 10% dari tegangan awal yang

dianjurkan VS, tetapi tetap pada tegangan awal yang dipilih.

3. **Metode C** : Pengujian kenaikan tegangan perlahan (Slow Rate-of-Rise Test).

Tegangan uji awal VS yang diberikan pada benda uji diambil dari hasil pengujian waktu singkat. Lalu tegangan dinaikkan perlahan hingga terjadi tembus listrik, dengan syarat bahwa waktu tembus harus lebih dari 120 sekon. Apabila lebih dari satu spesimen dielektrik yang diuji mengalami tembus listrik pada waktu kurang dari 120 sekon, maka tegangan mula dikurangi atau variasi kenaikan tegangan diubah kedua – duanya.

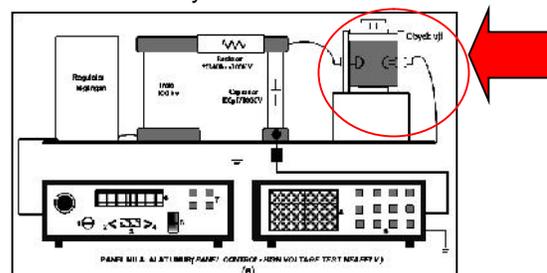


Gambar 3. Susunan Elektroda Bola Secara Horisontal.⁷⁾

Elektroda bola standar digunakan untuk mengukur tegangan tinggi bolak-balik, tegangan tinggi searah, dan tegangan tinggi impuls. Diameter elektroda bola terdiri atas beberapa ukuran standar, antara lain: 2 cm, 10 cm, 50 cm, bahkan ada yang berukuran sampai 200 cm.⁸⁾

Elektroda yang digunakan dalam pengujian terbuat dari kuningan, perunggu atau stainless stell. Panjang celah antara kedua elektroda adalah $2,5 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$. Tegangan uji dinaikkan dari nol dengan laju $2,0 \text{ kV/s} \pm 0,2 \text{ kV/s}$ hingga terjadi tembus. Elektroda ini mempunyai diameter 40, 50, dan 60 mm dengan elektroda setengah bola diameter 50 mm disesuaikan standarisasi IEC 156 dan diameter lainnya sebagai pembanding⁹⁾.

Rangkaian pembangkitan tegangan AC ada gambar 4 adalah rangkaian yang digunakan untuk mengetahui uji tegangan tembus, tanda lingkaran tempat objek uji. Rangkaian ini digunakan pada media isolasi udara maupun media isolasi minyak trafo.



Gambar 4.
Skema Pengujian Tegangan Tembus.¹⁰⁾

Untuk gambaran peralatan pengujian tegangan tembus yang digunakan menggunakan isolasi minyak dan dapat digambarkan seperti gambar 5 berikut.



Gambar 5.
Peralatan Elektroda Bola Secara Horisontal.¹¹⁾

Kekuatan Dielektrik berkaitan dengan sifat elektris dan sifat kimia suatu bahan isolasi, ada beberapa persiapan yang harus dipenuhi agar suatu bahan dapat dikategorikan atau diterima sebagai bahan isolasi. Diantara sifat-sifat yang ada kekuatan tegangan tembus suatu bahan isolasi menjadi sifat yang pertama kali diperhatikan. Tegangan tembus merupakan sebuah ukuran kekuatan bahan isolasi dalam menahan suatu beda tegangan¹²⁾.



Gambar 6.
Peralatan Tegangan Tembus (*Dielectricum Test*)¹³⁾.

Pengujian tegangan tembus yang dilakukan PLN mengacu standar IEC 60156 dan ASTM D-1816 dan ASTM D-877. Elektrode yang digunakan dalam pengujian ini adalah elektrode bidang. Elektrode bidang ini digunakan pada pengujian isolasi udara

maupun minyak trafo. Elektrode bidang ini terbuat dari *stainlees steel*. Elektrode untuk pengujian dibuat dari bahan alumunium yang berupa elektrode setengah bola, bola dan bidang.

Pada pengukuran dengan susunan elektrode bola secara horisontal, biasanya disusun dengan kedua bola simetris pada tegangan tinggi di atas permukaan tanah. Kedua bola yang digunakan harus memiliki bentuk dan ukuran yang identik. Bentuk susunan elektrode bola secara horisontal dapat ditunjukkan pada gambar 2. Susunan horisontal digunakan untuk diameter $D < 50$ cm dengan rentang tegangan yang lebih rendah sedangkan untuk diameter yang lebih besar digunakan susunan vertikal yang mengukur besar tegangan terhadap bumi. Tegangan yang akan diukur dilewatkan antara kedua sela bola dan jarak atau sela S diantara kedua bola tersebut memberikan suatu ukuran dari besarnya tegangan tembus.

4. Tahapan metode selanjutnya yaitu melakukan pembahasan dan membuat kesimpulan dari hasil analisis penelitian.

5. Secara umum tujuan penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data kualitas benda uji keramik dari pengujian kuat tembus listrik. Data ini merupakan bagian dari penelitian bahan mentah dalam negeri untuk bahan baku pembuatan isolator listrik keramik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Proses Pembentukan Dan Pembuatan Benda Uji Untuk Pengujian Kelistrikan.

Produk benda uji bahan keramik listrik porselen yang menjadi tujuan penelitian memerlukan bahan mentah yang sesuai atau memenuhi persyaratan sebagai jenis badan porselen. Peranan bahan mentah keramik dalam pembuatan produk badan keramik porselen perlu ditinjau dari dua langkah yaitu :

1) Bahan-bahan komposisi campuran perlu dibentuk menjadi badan porselen.

2) Bahan campuran dirubah menjadi porselen melalui pembakaran, sementara bentuk tetap dipertahankan.

Oleh karena itu bahan untuk pembuatan keramik jenis badan alumina porselen yang memerlukan syarat tertentu misalnya untuk kuat tekan, ketahanan listrik, maka bahan baku keramik (kaolin, felspar, kuarsa, ball clay) yang digunakan harus memenuhi kondisi antara lain :

-) Bahan harus cocok untuk dapat mudah dibentuk.
-) Bahan harus dapat memenuhi syarat misalnya kelistrikan dan mekanik.

Sesuai dengan kebutuhan standar sebagai benda uji maka proses pembuatannya telah melalui pemilihan bahan dan modifikasi peralatan. Dalam proses pengolahan ini dilakukan penambahan alat saringan magnet (*electromagnet filter*) yang berfungsi untuk menangkap material pengotor yang mengandung logam. Diharapkan dengan alat ini proses pengolahan dan pencampuran bahan nantinya akan dapat diminimalisir bahan mentah keramik yang mengandung logam. Kandungan logam dalam bahan baku keramik tentunya akan diketahui dari hasil pengujian laboratorium lainnya.

Hasil Pengujian Tegangan Tembus (*Functure Voltage*) Benda uji Isolator Listrik Porselen Alumina.

Sesuai dengan tujuan penelitian yang telah direncanakan maka benda uji hasil proses pengolahan selanjutnya siap untuk di uji ketahanan listriknya dengan uji tegangan tembus (*Functure Voltage*). Penentuan dimensi benda uji masih belum sempurna mengingat berdasarkan standar IEC atau literatur lainnya banyak bentuk benda uji. Untuk mempermudah pengujian maka dimensi benda uji pada penelitian ini disepakati bentuk silinder.

Jumlah benda uji yang akan diuji sesuai dengan lokasi asal bahan baku kaolin yang berasal dari 15 lokasi di Pulau Bangka dan Belitung. Masing-masing lokasi dibuat 10 buah benda uji sehingga dalam penelitian ini jumlah benda uji sekitar 150 benda uji. Hasil pengujian untuk setiap lokasi diambil rata-rata untuk : ketebalan (mm), tegangan tembus(kV) dan rata-rata tegangan tembus benda uji (kV/mm) seperti pada tabel 1.

Tabel 1.
Hasil Rata-Rata Tegangan Tembus Benda Uji Bahan Isolator Listrik Keramik.¹⁴⁾

Tanda Sampel	Tebal (Mm) Rata-Rata	Tegangan Tembus (kV) Rata-Rata	Tegangan Tembus (kV/Mm) Rata-Rata
A	6,85 ± 0,25	60,80	8,94
1	7,05 ±0,29	61,70	8,88
2	6,93 ± 0,44	57,90	8,58
3	6,86 ± 0,50	56,10	8,77
4	6,85 ± 0,40	52,40	8,19
5	7,04 ± 0,42	63,60	9,09
6	6,83 ± 0,42	58,90	9,35
8	6,73 ± 0,18	57,50	8,46
9	6,75 ± 0,40	56,40	8,61
11	7,43 ±	60,70	7,99

	0,19		
12	6,99 ± 0,23	57,70	8,49
13	7,16 ± 0,82	59,60	8,96
14	7,21 ± 0,42	55,30	8,38
15	7,01 ± 0,37	57,00	8,77
16	7,16 ± 0,26	63,30	8,38

Kekuatan dalam menahan tegangan tembus ini memperlihatkan kualitas dari proses pembuatan, bahan baku, komposisi dan parameter pengolahan bahan mineral yang ada untuk isolator. Selain itu hasil uji spesimen ini akan memberikan data kualitas badan keramik yang nantinya akan menjadi bahan baku untuk dibuat menjadi isolator listrik keramik dengan badan (bodi) alumina.

Hasil uji tegangan tembus dari benda uji bahan isolator listrik keramik sekitar (7,99 – 9,35) kV/mm. Nilai pengujian ini masih dibawah standar persyaratan yang ditentukan. Menurut PLN standar untuk memenuhi persyaratan bahan isolator listrik harus memiliki nilai uji tembus listrik sekitar 9,85 kV/mm.

Dengan demikian hasil pengujian terhadap benda uji (spesimen) di atas ternyata semua sampel spesimen dengan komposisi yang ada belum semuanya memenuhi kriteria dan ketentuan standar yang ada.

SIMPULAN

Penelitian ini merupakan salah satu bagian dari pengujian bahan baku dalam negeri untuk pembuatan isolator listrik keramik. Untuk mendapatkan kualitas badan (bodi) keramik tahap awal maka dilakukan proses pembuatan komposisi badan keramik. Untuk kebutuhan pengujian dan mengacu kepada standar maka dibuatlah benda uji (spesimen). Bentuk spesimen yang direncanakan yaitu berbentuk silinder dengan ketebalan rata-rata 6 – 7 mm dan diameter sekitar 30 – 40 mm. Dengan peralatan dan acuan dari standar uji laboratorium PLN maka dilakukan pengujian kuat tembus listrik. Uji ini merupakan bagian data awal sebagai bagian dari referensi untuk penelitian kekuatan tembus listrik pada badan isolator listrik yang akan dibuat sesungguhnya. Hasil uji kuat tembus listrik menunjukkan besarnya kekuatan spesimen dalam menahan tegangan tembus listrik yang dialirkan ke spesimen.

Hasil pengujian tegangan tembus (kuat tembus) listrik sekitar 150 jumlah spesimen yang dibuat dari campuran bahan utama keramik (kaolin , felspar, ball clay, kuarsa)

sesuai dengan bahan baku dominan kaolin dari 15 lokasi di Pulau Belitung ternyata hanya beberapa sampel yaitu No. 5 (Tegangan tembus 9,09 kV/mm) dan No. 6 (Tegangan tembus 9,35 kV/mm) yang paling mendekati angka standar kriteria tegangan tembus listrik standar PLN (Tegangan Tembus 9,85 kV/mm). Mengacu standar tersebut maka perlu dilakukan evaluasi terhadap : bahan mentah dalam negeri untuk pembuatan keramik (kaolin, felspar, kuarsa dan ballclay), penentuan komposisi, pengolahan bahan baku dan proses pembentukan bahan uji untuk pengujian kuat tembus kelistrikan.

SARAN

Secara umum proses persiapan bahan masih belum optimal terutama peralatan pengolahan dan saringan magnet. Untuk keperluan penelitian selanjutnya perlu meningkatkan kualitas bahan mentah keramik (kaolin, felspar, kuarsa dan ball clay) untuk bahan pembuatan isolator listrik keramik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktur Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Mineral BPPT, Bapak Ir. Safuan Yuliadi, MT.dkk., Balai Besar Keramik Bandung (BBK) atas bantuan untuk penelitian dan fasilitas pengujiannya dalam membantu penyelesaian pekerjaan pembuatan benda uji keramik untuk bahan isolator Fuse Cut Out bodi keramik porselen.

DAFTAR PUSTAKA

1. <http://www.suara.com/bisnis/2015/10/27/141531/rasio-elektrifikasi-indonesia-jelang-akhir-2015-capai-87-persen> diakses tanggal 23 Maret 2016.
2., <https://figrotul.wordpress.com/2011/12/14/karakteristik-struktur-dan-sifat-keramik/> diakses tanggal 23 Maret 2015.
3., <http://www.kimianet.lipi.go.id/utama.cgi?artikel&1100398016&2> diakses tanggal 5 April 2016.
4. Dermawan, T., Pengaruh Komposisi Resin Terhadap Sifat Elektrik Dan Mekanik Untuk Bahan Isolator Tegangan Tinggi, Prosiding, STTN, Yogyakarta, 2012.
5. Kurniady, P., Studi Tegangan Flashover Isolator Berbahan Polimer Epoksi, Tugas Akhir, Jurusan Elektro FT. Universitas Hasanuddin, Makassar, 2014.
6. Abdul, S., Perbandingan Tegangan Tembus Media Isolasi Udara Dan Media Isolasi Minyak Trafo Menggunakan Elektroda Bidang-Bidang, Jurusan Teknik Elektro, F.T., Universitas Diponegoro, Semarang, 2012.
7. Dermawan, T., Pengaruh Komposisi Resin Terhadap Sifat Elektrik Dan Mekanik Untuk Bahan Isolator Tegangan Tinggi, Prosiding, STTN, Yogyakarta, 2012.
8. Suyanto, M., Karakteristik Pengujian Minyak Nabati Sebagai Alternatif Isolasi Pengganti Minyak Transformator Distribusi 20 KV, Prosiding Seminar, AKPRIND, Yogyakarta, 2014.
9. Krismiandaru, E, Syakur, A., Facta., M Uji Tegangan Tembus Arus Bolak-Balik Pada Minyak Jarak Sebagai Alternatif Isolasi Cair, Universitas Diponegoro, Tugas Akhir, Semarang, 2013.
10. Zikra, R., Laporan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro FPTK, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2014.
11. Abdul, S., Uji Tegangan Tembus Arus Bolak-Balik Pada Minyak Jarak sebagai Alternatif Isolasi Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2006.
12., <http://ilmulistrik.com/pengujian-tegangan-tembus-minyak-isolasi-trafo.html> diakses tanggal 6 April 2016.
13. PLN Pusdiklat, Instrumen dan Pengukuran Listrik, PLN Pusdiklat Duren Tiga, Jakarta, 2010.
14. BPPT-RISTEK, Laporan Pemanfaatan Mineral Lokal Untuk Pembuatan Isolator Fuse Cut Out (FCO) – 2008, TPSM-BPPT, Jakarta, 2008.