



Analisis Ketahanan Material *Epoxy Powder* EF150AB pada Uji *Thermal Shock* untuk Komponen *Charger* Mobil Listrik

Resistance Analysis of Material Epoxy Powder EF150AB in Thermal Shock Test for Electric Car Charger Components

Apang Djafar Shieddique¹, Amri Abdulah*, Choirul Anwar¹, Yoon Jung Rag², Sohn Chang Kil²
dan Dodi Muhammad¹

¹Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana, Jalan Cikopak No 53 Sadang -Purwakarta 41151, Indonesia
²PT. SAMCON - Research and Development Centre, Indonesia - Korea

Informasi artikel

Diterima:
06/04/2021
Direvisi:
24/05/2021
Disetujui:
18/06/2021

Abstract

Inside the electric car charger there is a controller where one of the components is the Disc Ceramic Capacitor (DCC) type SCF2E472M10 coated with epoxy powder EF150AB. The faster the charging, the higher the temperature, for that we need good performance on the capacitor layer. The method used in this study is to test the Pressure Cycle Temperature (PCT) with a temperature of 121 ° C, a pressure of 2 bar and a holding time of 48 hours and a Thermal Shock Test with a temperature parameter of -40 ° C to 125 ° C for each temperature change. 30 minutes for 100 hours, the number of test samples for each test is 20. From the test results, it was found that the average capacitance value on the PCT test was 4439.9 pF with a standard limit value of 3760 to 5640 pF, then the average value of Insulation resistance (IR) after the PCT test was 14183 Ω with the standard limit of the IR value of 10000 Ω. From these results it can be concluded that epoxy powder EF150AB is good for DCC coatings because the coating is resistant to low and high temperatures, which ranges from -40 ° C to 125 ° C.

Keywords: epoxy powder EF150AB, capacitance, insulation resistance (IR), pressure cycle temperature (PCT), thermal shock.

Abstrak

Didalam *charger* mobil listrik terdapat kontroler dimana salah satu komponennya yaitu *Disc Ceramic Capacitor* (DCC) tipe SCF2E472M10 yang dilapisi *epoxy powder* EF150AB. Semakin cepat pengisian maka suhu akan semakin tinggi, untuk itu diperlukan performa yang baik pada lapisan kapasitor. Metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan pengujian *Pressure Cycle Temperature* (PCT) dengan suhu 121°C, tekanan sebesar 2 bar dan waktu penahanan selama 48 jam dan *Thermal Shock Test* dengan parameter suhu -40 ° C sampai 125°C setiap perubahan suhu 30 menit selama 100 jam, jumlah sampel uji untuk masing-masing *test* yaitu 20 buah. Dari hasil pengujian didapat nilai kapasitansi rata-rata pada uji PCT sebesar 4439,9 pF dengan batasan nilai standar yaitu 3760 sampai 5640 pF, lalu nilai rata-rata *Insulation resistance* (IR) sesudah uji PCT yaitu 14183 Ω dengan Batasan standar nilai IR yaitu 10000 Ω. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa *epoxy powder* EF150AB baik digunakan untuk pelapis DCC karena lapisan tahan terhadap suhu rendah dan tinggi yaitu berkisar antara -40°C sampai 125°C.

Kata Kunci: *epoxy powder* EF150AB, kapasitansi, *insulation resistance* (IR), *pressure cycle temperature* (PCT), *thermal shock*.

*Penulis Korespondensi. Telp: - ; Handphone: +62 812 1800 8256
email : amri@stt-wastukencana.ac.id

1. PENDAHULUAN

Mobil listrik adalah mobil yang digerakkan dengan motor listrik DC, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai atau tempat penyimpanan energi. Komponen-komponen yang ada dalam mobil listrik yaitu, baterai, *power inverter*, *controller*, motor, *charger*, transmisi, DC *converter*, *auxiliary battery*, *thermal system*, *charger port*. *Charger* adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengisi baterai dengan tegangan konstan, tegangan ini akan mengisi baterai hingga mencapai tegangan yang ditentukan atau sering disebut *full charge*. Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi ulang baterai bergantung pada tegangan atau arus yang dihasilkan *battery charger*, jika arus atau tegangan terlalu rendah maka waktu *charging* kan membutuhkan waktu yang lama, sebaliknya jika tegangan atau arus tinggi maka waktu *charging* akan lebih singkat (Yokoyama dan Akiba, 2017).

Charger semakin cepat maka *temperature* pada sirkuit *charger* mobil listrik akan tinggi (Yan, dkk., 2018), untuk itu diperlukan peningkatan performa untuk ketahanan terhadap peningkatan *temperature* dan kelembaban pada komponen *charger*, Salah satu komponen pada sirkuit *charger* mobil listrik yaitu kapasitor *Disc Ceramic Capacitor* (DCC). Kapasitor mempunyai lapisan *epoxy* sebagai isolator. Faktor yang mempengaruhi kinerja *epoxy* EF150AB pada kapasitor *Disc Ceramic Capacitor* (DCC) dalam sistem *charger* mobil listrik diantaranya yaitu *Temperature* (Jia, dkk., 2018), jika kapasitor mengalami suatu kondisi dengan *temperature* tinggi *epoxy* yang melindungi kapasitor akan mengalami kerusakan sehingga akan sangat berbahaya, lalu faktor kelembaban memiliki tingkat yang berbeda-beda. Sehingga komponen kapasitor harus dilindungi menggunakan *epoxy* yang kuat terhadap tingkat kelembaban sehingga komponen kapasitor yang dilindungi oleh *epoxy* tidak mengalami kerusakan (Xu, 2020). Selanjutnya kebocoran arus listrik terjadi karena rusaknya lapisan *epoxy* yang menyebabkan arus listrik menyebar pada

sekitar kapasitor (Shieddieque, 2017; Teverovsky, 2017)

Epoxy powder digunakan untuk pelapisan kapasitor yang biasa digunakan sebagai bahan perekat ataupun cat untuk berbagai material (Sadeer M. Majeed, 2020). *Epoxy powder* memiliki berbagai aplikasi salah satunya pelapis logam karena sangat sulit untuk dilapisi dengan cat basah, oleh karena itu pelapisan atau pengecatan dengan menggunakan metode kering. Ada dua jenis *powder coating* untuk melapisi permukaan suatu benda kerja yaitu :

- a. Termoplastik : Material bubuk ini akan mengalami pencairan jika benda kerja mendapat perlakuan panas.
- b. Termoseting : Merupakan bahan yang kuat dan tidak akan mencair kembali walaupun benda kerja mendapat perlakuan panas (Zhongyan, 2016).

Selama proses *drying* reaksi kimia silang akan terjadi karena dipicu oleh *temperature oven* dan oleh karena reaksi kimia itulah yang memberikan banyak sifat unggul pada pelapisan (*powder coating*).

Kapasitor adalah komponen elektronika yang mempunyai kemampuan menyimpan elektron-elektron selama waktu yang tertentu atau komponen elektronika yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik. yang terdiri dari dua konduktor dan di pisahkan oleh bahan penyekat (bahan dielektrik) tiap konduktor di sebut *keeping* (Jia, dkk., 2018). Zat dielektrik yang digunakan untuk menyekat kedua penghantar komponen tersebut dapat digunakan untuk membedakan jenis kapasitor seperti contoh kapasitor keramik, Kapasitor keramik adalah kapasitor yang isolatornya terbuat dari keramik dan berbentuk bulat tipis ataupun persegi empat. Kapasitor keramik tidak memiliki arah atau polaritas, jadi dapat dipasang bolak-balik dalam rangkaian elektronika.

Ceramic atau keramik terbuat dari senyawa antara unsur logam dan unsur non-logam. Biasanya terbuat dari oksida, nitrat, karbida. Selain itu ada yang terbuat dari aluminium oksida atau alumina (Al_2O_3) (Oliveira, 2019), silicon dioksida (atau

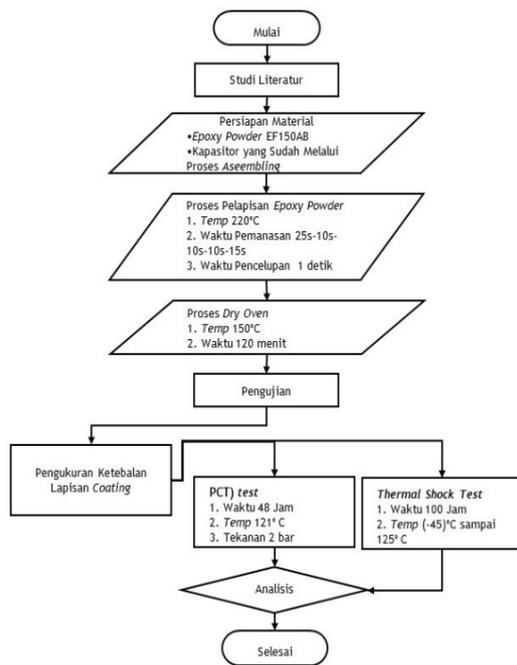
silica, SiO₂), silicon karbida (SiC), silicon nitride (Si₃N₄). Keramik mempunyai tahanan listrik dan panas yang tinggi, sehingga cocok untuk bahan isolator (Chittaranjan et al, 2017).

Pada penelitian ini membahas tentang *epoxy powder coating* menggunakan bahan isolator dari material *Epoxy EF150AB*, pada *Disc Ceramic Capacitor (DCC)* yang bertujuan untuk menguji *performance* dari material isolator tersebut, dengan melakukan pengujian *pressure cycle temperature (PCT)* dan *thermal shock* (Bo, 2019).

2. METODOLOGI

Persiapan Material

Secara keseluruhan, kegiatan yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 1 diagram alir penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Bahan untuk penelitian ini yaitu *Disc Ceramic Capacitor (DCC) tipe SCF2E472M10* yang telah melalui proses *assembly*, photo dapat dilihat pada (Gambar 2. kiri-atas). DCC tipe SCF2E472M10 merupakan High dielektrik kapasitor *Testing Voltage AC 2500V*, termal resistansi (*insulation resistance*) untuk kapasitor tersebut minimal 10,000MΩ pada 500V DC untuk 1 menit (Samwha, 2020). Langkah berikutnya DCC tersebut masuk ke

tahap pelapisan (Gambar 2. kanan-atas), DCC dilapisi menggunakan *Epoxy powder EF150AB*, faktor yang mempengaruhi pelapisan *epoxy* yaitu :

a. Temperature

Pada saat proses pelapisan benda kerja bergerak ke pemanas dan dipanaskan pada tungku dengan *temperature 220°C ±100°C*.

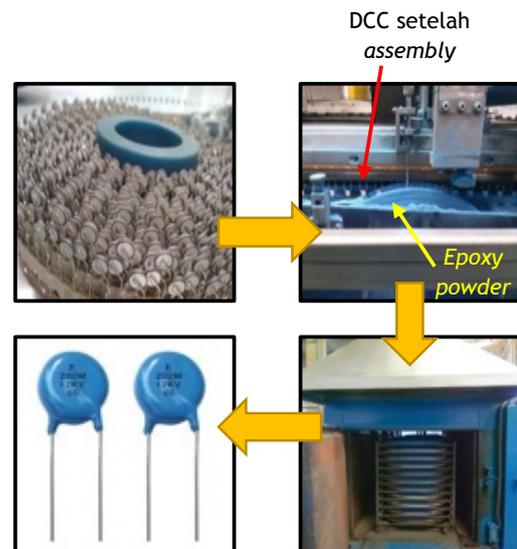
b. Waktu Pencelupan

Pelapisan *epoxy* dilakukan selama 1 detik dengan 4 *cycle* pencelupan *epoxy powder* dan bergantian dengan pemanas.

c. Waktu Pemanasan

Dilakukan dengan 4 *cycle* pemanasan dengan durasi 25s-10s-10s-10s-15s bergantian dengan proses pencelupan pada *epoxy powder*

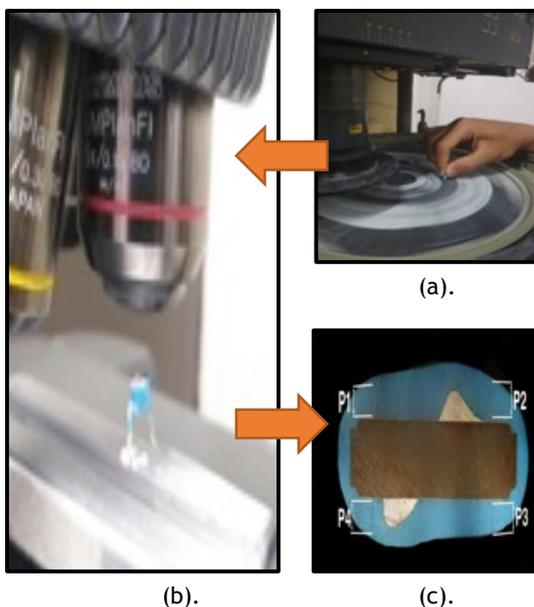
Setelah proses pelapisan lalu masuk ke tahap proses pengeringan (*Drying*) menggunakan *Dry oven* dengan suhu 150°C ±10°C selama 120 menit yang bertujuan untuk melekatkan dengan sangat kuat lapisan *epoxy* tersebut (Gambar 2. kiri-bawah). Setelah proses *coating* dan *drying* selesai bahan uji di persiapkan untuk pengukuran ketebalan lapisan. Proses pembuatan DCC dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian proses pembuatan DCC

Pengukuran ketebalan lapisan menggunakan mikroskop dapat dilihat pada gambar 3(b). Pada proses mikroskopik ini dilakukan pengambilan photo dengan menggunakan lensa mikroskop 5x pembesaran, mikroskop tersebut sudah

terhubung dengan layar monitor sehingga lebih mudah untuk melihat benda kerja. Sebelum proses pengukuran ketebalan pada gambar 3(a). Kapasitor yang sudah mengalami proses *cutting* akan dilakukan proses *polishing* dengan kehalusan hamplas 400, 1000, 1500 untuk mempermudah saat proses mikroskopik dilakukan. Tujuan pengukuran ini yaitu untuk mengetahui ketebalan dari epoxy yang melekat pada kapasitor, sebagai bahan acuan untuk penelitian. Untuk melakukan pengukuran ketebalan lapisan epoxy terlebih dahulu disiapkan 3 *sample* kapasitor DCC dengan lapisan epoxy EF150AB. Setelah 3 *sample* kapasitor DCC dengan lapisan epoxy EF150AB dilakukan proses *polishing*, maka 3 *sample* tersebut siap untuk dilakukan proses pengukuran. Dari empat titik yang telah diukur dengan mikroskop dapat dilihat pada gambar 3(c).



Gambar 3. Persiapan sampel ; (a).Proses *polishing*; (b). Proses pengukuran dengan 5x pembesaran; (c). Hasil proses mikroskopik

Pengujian Material

Pengujian material dilakukan dua kali, yaitu *Pressure Cycle Temperature (PCT) Test* dan *Thermal shock test* dengan masing-masing pengujian disiapkan 20 sampel uji. *Pressure Cycle Temperature (PCT) Test* ini untuk mengetahui seberapa kuat sebuah kapasitor bertahan dengan kondisi suhu dan

tekanan tertentu, lalu *Thermal shock test* dilakukan untuk mengetahui daya tahan benda kerja terhadap perubahan suhu secara mendadak (Soemardi, dkk., 2016).

Pressure Cycle Temperature (PCT)

Pressure Cycle Temperature (PCT) Test merupakan pengujian untuk mengetahui seberapa kuat sebuah kapasitor bertahan dengan kondisi suhu dan tekanan tertentu. Tetapi sebelum pengujian PCT dilakukan, sebelumnya benda kerja akan dilakukan pengecekan diantaranya yaitu *Insulation Resistance (IR)*, Kapasitansi. Dimana kaki kapasitor akan dijepit ditempat khusus dan mengalami pengecekan selama 5 detik, dan setelah itu secara otomatis akan muncul *capacitance* dan *dissipation factor (tan δ)* pada kapasitor tersebut, yang bertujuan untuk mengetahui parameter kapasitor sebelum dilakukan pengujian PCT, pengecekan kapasitansi dan IR juga dilakukan setelah pengujian PCT untuk mengetahui kelayakan kapasitor.

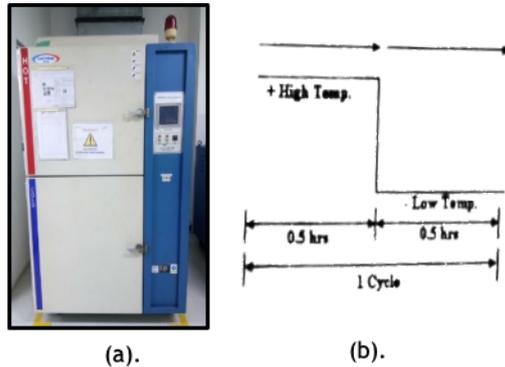
Cara kerja dari pengujian PCT yaitu air dipanaskan sampai mendidih dalam ruangan tertutup lalu kapasitor diletakkan didalam alat tersebut selama 48 jam dengan tekanan 2 bar serta suhu 121°C. 20 *sample* kapasitor DCC dengan lapisan epoxy EF150AB diletakkan dalam Jig pada mesin PCT test, sehingga kapasitor DCC tidak langsung menyentuh air di dalam mesin PCT test. Pengujian ini untuk mengetahui ketangguhan dari epoxy tersebut.

Pengujian *Thermal Shock*

Pengujian *thermal shock* yaitu merubah suhu yang berkisar antara (-40)°C sampai 125°C secara mendadak yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh terhadap ketahanan material epoxy powder EF150AB pada kapasitor *Disc Ceramic Capacitor (DCC) tipe SCF2E472M10*. Mesin Uji *Thermal Shock* dan Grafik T-S dapat dilihat pada gambar 4.

Sebelum pengujian ini dimulai benda kerja telah melalui proses pengukuran sebelum dan sesudah pengujian. Proses ini sama seperti pengujian *pressure cycle*

temperature (PCT) dengan melakukan pengukuran kapasitansi dan pengukuran *Insulation Resistance* (IR).



Gambar 4. Pengujian thermal shock; (a). Mesin uji *thermal shock*; (b). Grafik T-S

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian material epoxy EF150AB pada kapasitor *Disc Ceramic Capacitor* (DCC) dengan tipe SCF2E472M10 dilakukan di PT. SAMCON dengan standar produk yang dihasilkan yaitu lulus uji *Verband der Elektrotechnik* (VDE), *Canadian Standards Association* (CSA), dan *Underwriters Laboratories* (UL). Maka dari itu pengujian yang dilakukan diantaranya dengan 2 pengujian yaitu *Pressure Cycle Temperature* (PCT) dan pengujian *Thermal shock*. yang sebelumnya diukur ketebalannya terlebih dahulu.

Hasil Pengukuran Ketebalan Lapisan

Pengukuran menggunakan mikroskop dengan 3 *sample* kapasitor yang sebelumnya dilakukan pemotongan secara *horizontal* dan dilakukan proses *polishing*. Adapun hasil dari pengukuran ketebalannya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran ketebalan epoxy EF 150 AB

No Sample	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)	Rata-Rata
1	0,819	0,870	0,697	0,823	0,802
2	0,826	0,857	0,703	0,819	0,801
3	0,831	0,862	0,689	0,824	0,801

Dari hasil data yang didapat dari 3 *sample* tersebut, dihasilkan bahwa ketebalan rata-rata epoxy EF 150 AB pada kapasitor

keramik yaitu 0,8 mm, yang berarti sama dengan standar yang perusahaan keluarkan untuk kapasitor DCC tipe SCF2E472M10. Angka tersebut menunjukkan bahwa lapisan epoxy EF150AB pada kapasitor DCC dalam keadaan baik karena standar ketebalan lapisan yaitu antara 0,8 mm sampai 1,2 mm. semakin tebal lapisan epoxy yang dipakai maka akan meningkatkan ketahanan korosi, meningkatkan ketahanan abrasi, dan meningkatkan ketahanan termal (Stojanović, 2018; Zaenurohman, 2018).

Hasil Pengujian *Pressure Cycle Temperature* (PCT)

Hasil pengujian PCT untuk DCC tipe SCF2E472M10 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian PCT test

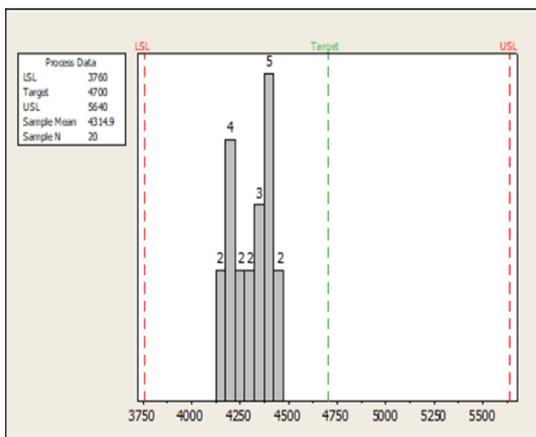
No Sampel	Kapasitansi		IR		Kondisi
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
	3760 - 5640 pF		>10000Ω		
1	4234.17	4375.68	10179.7	11152.4	OK
2	4402.79	4534.99	11549.7	12589.7	OK
3	4417.05	4633.44	14031.6	15436.6	OK
4	4207.33	4407.23	11620.4	12650.4	OK
5	4224.01	4397.36	11957	13397	OK
6	4220.27	4381.17	15627.4	15722.4	OK
7	4253.4	4439.03	15083	16792	OK
8	4343.93	4539.35	14649.2	15612.2	OK
9	4168.98	4311.29	13869.4	13739.4	OK
10	4174.4	4379.43	13980.1	14740.1	OK
11	4201.02	4398.03	13070.1	14390.1	OK
12	4431.08	4598.3	14898.8	15397.8	OK
13	4341.88	4494.97	14283	14633	OK
14	4351.2	4563.9	13309.3	14473.3	OK
15	4409.02	4548.6	12434.6	12174.6	OK
16	4470.15	4692.4	15703.9	16209.9	OK
17	4322.7	4456.8	15963.5	16127.5	OK
18	4411.98	4608.5	15314.9	15336.9	OK
19	4303.18	4512.8	13290.7	13410.7	OK
20	4409.56	4622.3	12381.1	13191.1	OK
Min	4169	4311.3	10179.7	11152.4	OK
Max	4417.1	4633.4	15963.5	16792	OK
Avg	4264.6	4439.9	13255	14183	OK

Hasil pengujian PCT untuk DCC tipe SCF2E472M10 didapat nilai rata-rata kapasitansi sebesar 4264,6 pF dan sesudah PCT yaitu 4439,9 pF hasil tersebut masih dalam batasan nilai standar yaitu 3760-5640 pF dengan toleransi +/- 20% (Samwha, 2020), kemudian nilai rata-rata *Insulation resistance* sebelum dan sesudah pengujian yaitu 13.255 Ω dan 14.183 Ω, nilai ini cukup

baik melihat nilai yang distandarkan oleh perusahaan yaitu 10.000 Ω dan tidak ada nilai yang kurang dari 1.000 Ω .

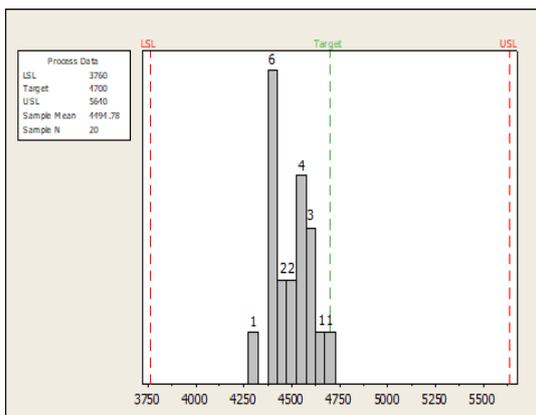
Dari hasil pengujian PCT pada tabel 2 dapat disimpulkan bahwa material epoxy EF150AB untuk lapisan kapasitor DCC tipe SCF2E472M10 sangat baik digunakan karena nilai yang dihasilkan dalam pengukuran kapasitansi serta IR sesudah pengujian PCT test masih dalam standar yang sudah ditentukan.

Grafik nilai kapasitansi dan IR, sebelum dan sesudah pengujian PCT test dapat dilihat pada gambar 5 sampai 8.



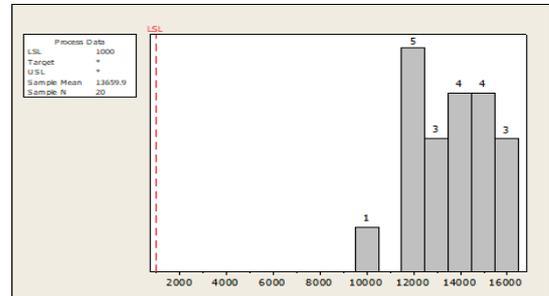
Gambar 5. Grafik kapasitansi sebelum PCT test

Pada gambar 5. grafik kapasitansi sebelum PCT diatas dapat dilihat bahwa ada 2 buah sampel yang mempunyai nilai mendekati 4.500pF yaitu 4.417,1 pF nilai ini menunjukkan bahwa sebelum dilakukan pengujian PCT, nilai kapasitansi untuk DCC tipe SCF2E472M10 sudah dalam nilai standar yaitu 3.760 - 5.640 pF.

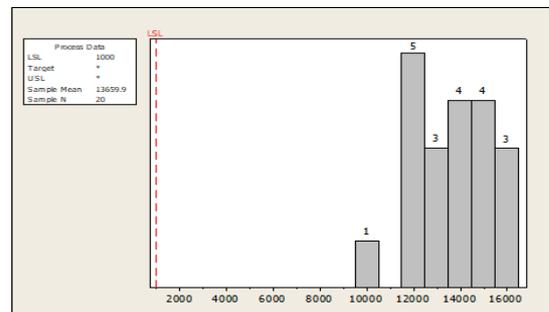


Gambar 6. Grafik kapasitansi sesudah PCT test

Pada gambar 6. grafik Kapasitansi Sesudah pengujian PCT, nilai kapasitansi tertinggi yaitu 4.633,4pF ada 1 buah sampel dan jumlah sampel terbanyak di pertengahan antara nilai 4.250 dan 4.500pF, lalu nilai terendah yaitu 4.311,3pF sebanyak 1 buah sampel.



Gambar 7. Grafik IR sebelum PCT test



Gambar 8. Grafik IR sesudah PCT test

Pada gambar 7. Grafik IR Sebelum pengujian PCT dan Grafik IR Sesudah pengujian PCT, nilai terendah sebelum pengujian PCT yaitu 10.179,7 Ω dan sesudah pengujian yaitu 11.152,4 Ω dari hasil nilai yang diukur terhadap 20 buah sampel uji ini, nilai tersebut sudah memenuhi standar minimal, yaitu: 10.000 Ω . Dari nilai rata-rata ada peningkatan nilai IR sebelum dan sesudah pengujian sebesar 928 Ω , dari nilai sebelum pengujian sebesar 13.255 Ω dan sesudah pengujian 14.183 Ω .

Hasil Uji Thermal Shock

Pengujian thermal shock pada 20 sample kapasitor DCC dengan lapisan epoxy EF150AB dilakukan dengan parameter temperature 40°C selama 100 jam. sebelum sample dilakukan pengujian thermal shock, dilakukan terlebih dahulu dua kali pengukuran yaitu Kapasitansi dan Insulation

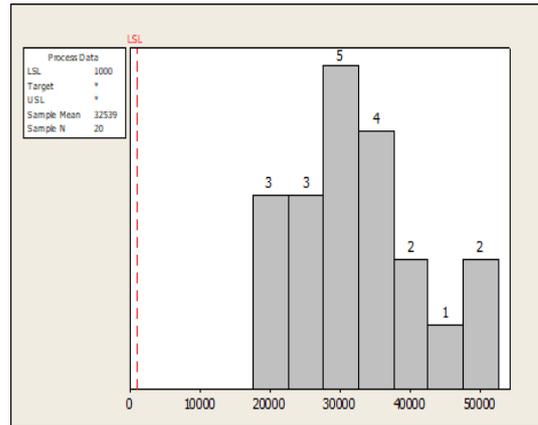
Resistance (IR), sehingga dapat dibandingkan hasilnya dengan setelah pengujian.

Tabel 3. Hasil Pengujian Thermal Shock Epoxy EF150AB

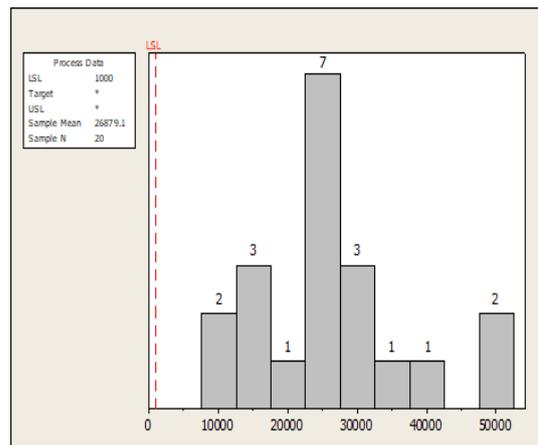
No Sampel	Kapasitansi		IR		Kondisi
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
	3760 - 5640 pF		>10000Ω >1000Ω		
1	4622.52	4769.36	51727	51187	OK
2	4606.33	4789.57	30965.9	24446.2	OK
3	4643.7	4824.17	20396.6	17384.9	OK
4	4606.16	4797.45	35163.3	14542.7	OK
5	4804.62	4639.29	39109.2	24623.7	OK
6	4783.37	4961.25	24660.1	27444.6	OK
7	4647.8	4796.39	38480.1	22163.6	OK
8	4750.92	4899.42	50876.3	50176.3	OK
9	4541.41	4699.57	35786.8	27190.5	OK
10	4614.39	4768.84	31235	32446.2	OK
11	4775.03	4968.88	31991.6	38882.6	OK
12	4717.81	4869.51	46472.5	11106.1	OK
13	4748.93	4898.79	32785.7	34889.6	OK
14	4773.97	4933.75	33824.9	24533.4	OK
15	4727.37	4895.76	25301.8	24922	OK
16	4659.98	4814.64	30247.7	10961.6	OK
17	4685.7	4861.85	20173.4	16310.8	OK
18	4593.72	4740.08	19659.6	22503.3	OK
19	4616.31	4807.98	24120	32497.3	OK
20	4343.96	4479.1	27803.2	29369.6	OK
Min	4343.96	4479.1	19659.6	11106.1	OK
Max	4804.62	4968.88	51727	51187	OK
Avg	4663.2	4809.78	32539	26879	OK

Pada tabel 3., hasil Pengujian *Thermal Shock Epoxy EF150AB* pada 20 sampel kapasitor, nilai kapasitansi sampel antara 3.760 - 5.640pF maka dinyatakan OK atau kapasitor dalam kondisi baik. Sebelum dan sesudah pengujian *Thermal Shock* terlihat ada peningkatan nilai rata-rata kapasitansi 146,58 pF dari sebelumnya yaitu 4.663,2pF dan sesudah pengujian 4.809,78pF, Lalu nilai IR>10.000Ω maka dinyatakan OK atau dalam kondisi baik dan dari 20 sampel uji tidak terdapat nilai dibawah 1000 Ω sehingga secara keseluruhan dari 20 sampel uji dinyatakan OK.

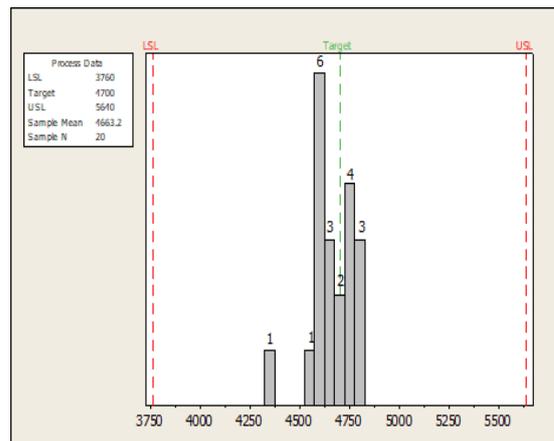
Pada gambar 9. Grafik IR Sebelum *Thermal Shock* dan gambar 10. Grafik IR Sesudah *Thermal Shock*, tidak terdapat garis target dan garis *upper spec limit* (USL) karena pada grafik IR, semakin besar nilai IR tersebut maka semakin baik kondisi kapasitor. Dari hasil pengujian didapat nilai IR rata-rata sebelum pengujian sebesar 32.539 Ω dan sesudah pengujian 26.879 Ω, dan tidak ada nilai IR rata-rata dibawah 1.000 Ω, yang berarti tidak ada sampel yang gagal dari pengujian tersebut.



Gambar 9. Grafik IR sebelum *thermal shock*



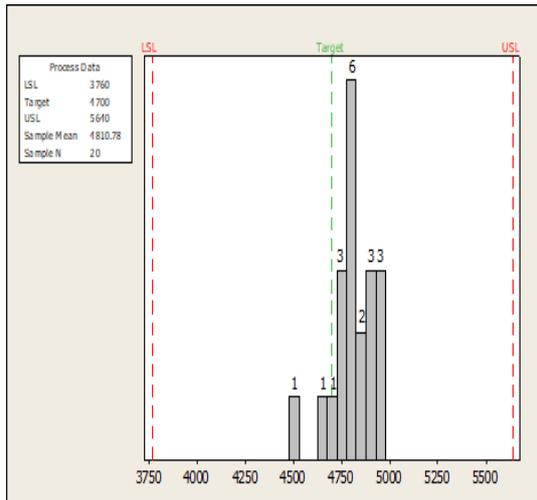
Gambar 10. Grafik IR sesudah *thermal shock*



Gambar 11. Grafik kapasitansi sebelum *thermal shock*

Pada gambar 11. Grafik Kapasitansi Sebelum *Thermal Shock* dan gambar 12. Grafik Kapasitansi Sesudah *Thermal Shock* terlihat garis target di grafik kapasitansi menandakan bahwa semakin dekat atau menyentuh garis target maka akan semakin bagus kapasitor DCC, dari 20 sampel uji terdapat 17 DCC yang melebihi garis *upper spec limit* (USL) yang artinya sebagian besar

hasil uji dari 20 sampel tersebut sangat baik sekali.



Gambar 12. Grafik Kapasitansi Sesudah Thermal Shock

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa penggunaan lapisan epoxy EF150AB pada kapasitor Disc Ceramic Capacitor (DCC) dengan tipe SCF2E472M10, didapatkan rata-rata ketebalan yaitu 0.8mm, hasil dari pengujian Pressure Cycle Temperature (PCT) didapatkan nilai kapasitansi rata-rata sebesar 4439.9pF ada kenaikan sebesar 175,3 dari sebelum pengujian PCT, kemudian hasil dari pengukuran Insulation resistance (IR) rata-rata yaitu 14183 Ω , ada kenaikan sebesar 928 Ω dari nilai sebelumnya yaitu 13255 Ω . Lapisan epoxy EF150AB dapat bertahan dengan baik dengan keadaan suhu mencapai 121°C dan tekanan 2 bar selama 48jam, dan hasil dari pengujian Thermal shock didapatkan nilai kapasitansi dengan rata-rata 4809.78 pF serta hasil dari pengukuran Insulation resistance (IR) rata-rata yaitu 26879 Ω dengan parameter suhu (-40°C) sampai 125°C setiap perubahan suhu 30menit selama 100 jam, epoxy EF150AB dapat bertahan dengan baik, dari hasil tersebut maka material epoxy EF150AB untuk kapasitor Disc Ceramic Capacitor (DCC) dengan tipe SCF2E472M10 memiliki performance yang baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada PT. SAMCON khususnya Research and Development Center (R&DC) Departement yang telah memberikan waktu, memfasilitasi pengujian dan menyediakan bahan serta peralatan yang diperlukan sehingga penelitian berjalan dengan baik, harapan kami kerjasama ini dapat berlanjut dimasa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bo, W., dkk., 2019. Research on Ceramic Capacitor Automatic Test Application Technology, *Journal of Physics: Conference Series*, 1345 (3), hal 032058-032063 doi: 10.1088/1742-6596/1345/3/032058.
- Chittaranjan, dkk., 2017. Manufacturing of Composite Material using Ceramic Fiber, Epoxy Resin and Microsilica for Aircraft Applications, *International Journal of Engineering Research and*, V6(04), hal. 1140-1144. doi: 10.17577/ijertv6is040662.
- Oliveira, J. D., dkk., 2019. Effect of Al2O3 particles on the adhesion, wear, and corrosion performance of epoxy coatings for protection of umbilical cables accessories for subsea oil and gas production systems, *Journal of Materials Research and Technology*, 8(2), hal. 1729-1736. doi: 10.1016/j.jmrt.2018.10.016.
- Sadeer M. Majeed, dkk., 2020. Investigation on Some Electrical Properties of Composites Ceramics Capacitors Prepared from Nano Scale Powder, *Solid State Technology*, 63(5), hal. 3497-3505. Available at: <http://solidstatetechnology.us/index.php/JSSST/article/view/4852>, diakses pada 12 Mei 2021.
- Samwha., 2020. Ceramic Type, *Samwha product catalogue-Capacitor*, [Online] hal. 90-103. Available at: <http://www.samwha.com/capacitor/product/products/Ceramic Type.pdf>. diakses pada 20 Mei 2021.
- Shieddieque, A., 2017. Implementation of Six Sigma with FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Method for Improving Product Quality of Electronic Components of Capacitors, *International Journal of Science and Research*, 6(8), hal. 1920-1925. doi: 10.21275/ART20176233.
- Soemardi, T. P. dkk., 2016. The effect of temperature increase, holding time and number of layers on ceramic shells using the

- investment casting process, *International Journal of Technology*, 7(6), hal. 1035-1044. doi: 10.14716/ijtech.v7i6.3354.
- Stojanović, I., 2018. Experimental evaluation of polyester and epoxy-polyester powder coatings in aggressive media, *Coatings*, 8(3), hal 1-12. doi: 10.3390/coatings8030098.
- Teverovsky, A., 2017. Failure models for low-voltage BME ceramic capacitors with defects, in *IEEE International Reliability Physics Symposium Proceedings*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., hal. 6C5.1-6C5.8. doi: 10.1109/IRPS.2017.7936348.
- Xu, J. dkk., 2020. Effect of Class 2 Ceramic Capacitor Variations on Switched-Capacitor and Resonant Switched-Capacitor Converters, in *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., hal. 2268-2275. doi: 10.1109/JESTPE.2019.2951807.
- Yan, T., 2018. Dielectric properties of (K_{0.5}Na_{0.5})NbO₃-(Bi_{0.5}Li_{0.5})ZrO₃ lead-free ceramics as high-temperature ceramic capacitors', *Applied Physics A: Materials Science and Processing*, 124(4), hal. 1-8. doi: 10.1007/s00339-018-1757-4.
- Yokoyama, R. dan Akiba, N., 2017. Optimization-Based Simulation for Evaluating Electric Vehicles with Use of Fast Battery Chargers, *Journal of Energy Engineering*, 143(3), hal. 1-11. doi: 10.1061/(asce)ey.1943-7897.0000382.
- Zaenurohman, G., 2018. Pembuatan dan Analisis Karakteristik Arus Bocor Isolator Polimer Resin Epoksi 20 KV dengan Filler Pasir Silika dan Al₂O₃ (Alumunium Oksida) pada Kondisi Iklim Tropis Buatan. *Disertasi*. Fakultas Teknik, Univeritas Diponegoro.
- Zhongyan, D., dkk., 2016. The Review of Powder Coatings', *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*, 04(03), hal. 54-59. doi: 10.4236/msce.2016.43007.

