

## Analisis Material Efoxy EF150K Terhadap Temperatur dan Kelembaban Tinggi Pada Komponen Charger Mobil Listrik

Apang Djafar Shieddique<sup>1</sup>, Amri Abdulah<sup>1\*</sup>, Dede Ardi Rajab<sup>1</sup>, Jatira<sup>1</sup>, Yon Jun Raag<sup>2</sup>  
Sohn Cang Kil<sup>2</sup>, Tata Kurnia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana

Jl. Alternative Bukit Indah - Purwakarta Purwakarta 41151 Jawa Barat

<sup>2</sup>PT. SAMWHA-Research and Development

Jl. Cikananga, Cikumpay Campaka Purwakarta 41181 Jawa Barat

[\\*amri@stt-wastukencana.ac.id](mailto:*amri@stt-wastukencana.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i2.10244>

### ABSTRACT

Electric cars have now been made and developed by famous car manufacturers outside of Indonesia. Of course electric cars have batteries that must be recharge. Inside the electric car charger there is a controller which is one of the components, which is an epoxy coated capacitor. The faster the charger, the higher the temperature will be, to deal with this problem, it is necessary to increase the performance of the capacitor to increase the temperature and humidity resistance. Then from this explanation the researchers will test the EF150K epoxy coating on the Disc Ceramic Capacitor (DCC), by using epoxy coating thickness testing by using 3 samples the results obtained are on average 0.8 mm, Pressure Cycle Test (PCT) using 20 samples with conditions temp: 121 °C, p: 2 bar for 48 hour, obtained average capacities and insulance resistance before PCT testing C: 2155,4pF, IR: 141540Ω and after C: 2238,2 pF, IR: 147140 Ω, and humidity test using 20 sample with condition 95% RH, temp: 40°C for 504h obtained average capacities and insulance resistance before humidity test C: 2.157,89 pF, IR: 119560 Ω and after C: 2.233,63 pF, IR: 123160 Ω. The use of EF150K epoxy is very well used as a DCC capacitor coating, because the coating is resistant to temperatures up to 121 °C with a pressure of 2 bar, and withstands temperatures up to 40 °C with 95% RH.

**Keywords :** coating, Epoxy, Ef150k, humidity, capacitansi, PCT

### PENDAHULUAN

Mobil listrik adalah mobil yang digerakkan dengan motor listrik DC, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai atau tempat penyimpanan energi. 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* akan membutuhkan waktu yang lama, sebaliknya jika tegangan atau arus tinggi maka waktu *charging* akan lebih singkat (Yokoyama & Akiba, 2017). Proses *charging* semakin cepat maka *temperature* pada sirkuit *charger* mobil listrik akan tinggi, 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).

Mekanisme kegagalan pada capacitor telah dibahas oleh Yu di penelitiannya pada aplikasi penetrating weapons, mengungkapkan hubungan antara perubahan kapasitansi, perubahan arus bocor, dan percepatan di bawah kerja yang berbeda, bahwa faktor utama dari perubahan kapasitansi adalah perubahan yang diturunkan dari deformasi pada bidang permukaan antara elektroda, lalu faktor perubahan arus bocor adalah resistansi piezoelektrik dielektrik keramik. (Yu *et al.*, 2020). Faktor lainnya yaitu suhu, jika kapasitor mengalami kondisi *temperature* tinggi, *epoxy* yang melindungi kapasitor akan mengalami kerusakan, lalu faktor kelembaban memiliki tingkat yang berbeda-beda, komponen kapasitor dilindungi menggunakan *epoxy* yang kuat terhadap tingkat kelembaban sehingga komponen kapasitor yang dilindungi oleh *epoxy* tidak mengalami kerusakan,

#### Cite this as:

Shieddique et.al. (2021). *Analisis Material Efoxy EF150K terhadap Temperatur dan Kelembaban Tinggi pada Komponen Charger Mobil Listrik*. *Rekayasa* 14 (2). 238-244.

doi: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i2.10244>.

© 2021 Shieddique et.al

#### Article History:

**Received:** May, 15<sup>th</sup> 2021; **Accepted:** July, 22<sup>nd</sup> 2021

Rekayasa ISSN: 2502-5325 has been Accredited by Ristekdikti (Arjuna) Decree: No. 23/E/KPT/2019 August 8th, 2019 effective until 2023

Selanjutnya kebocoran arus listrik (Zaenurohman, 2018) terjadi karena rusaknya lapisan *epoxy* yang menyebabkan arus listrik menyebar pada sekitar kapasitor (Shieddieque, 2017).

Kapasitor mempunyai lapisan *epoxy* sebagai isolator atau zat dielektrik (Yan *et al.*, 2018), *Epoxy* merupakan jenis bahan kimia jenis resin dari proses polimerisasi serta epoksida yang biasa digunakan sebagai bahan perekat, *coating*, ataupun cat untuk berbagai material. Dalam penerapannya, *epoxy* sendiri sering dicampurkan dengan bahan *hardener* atau bahan pengeras, agar merubah sifat cair *epoxy* menjadi padat, dan membuatnya menjadi semakin kuat, tahan terhadap suhu tinggi, serta memiliki ketahanan terhadap reaksi kimia. Sebagai campuran biasanya terbuat dari oksida, nitrat, karbida. Selain itu ada yang terbuat dari aluminium oksida (atau alumina,  $Al_2O_3$ ), silikon dioksida (atau silica,  $SiO_2$ ), silikon karbida (SiC), silikon nitride ( $Si_3N_4$ ). Keramik mempunyai tahan listrik dan panas yang tinggi, sehingga cocok untuk bahan isolator.

Beberapa peneliti telah membahas mengenai campuran epoxy resin, Chittaranjan membahas pencampuran epoxy resin dengan mikrosilika sebesar 15%, dari hasil penelitiannya bahwa penambahan mikro silika meningkatkan sifat mekanik dan mikro silika memiliki pengaruh positif yang besar terhadap stabilitas termal komposit, spesimen komposit ini dapat digunakan dalam aplikasi dirgantara karena komposit ini dapat menahan suhu hingga  $1400^{\circ}C$  (Chittaranjan *et al.*, 2017). Ergun (2012) dalam penelitiannya menambah bahan aditif pada epoxy resin yaitu  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ , MgO, dengan menambah bahan aditif dapat meningkatkan kekuatan lentur dan modulus lentur material komposit epoksi (Ergün, 2019). Oliveira membahas Setelah penambahan Mikro partikel  $Al_2O_3=26\%$ , Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketahanan aus dan daya rekat pada substrat epoksi bermuatan keramik masing-masing meningkat 30% dan 50% (Oliveira *et al.*, 2019). Hu (2020) membahas percobaan pencampuran material Resin epoksi bisphenol-A (JY462) dicampur dengan alfa-silika, alfa alumina, dan alfa-SiC. Hasil penelitian ditemukan bahwa Silica filler lebih unggul dari dua filler lainnya, yaitu, sifat keseluruhan yang optimal seperti fitur dielektrik, kerusakan, mekanik dan termal telah diperoleh dalam komposit yang dicampur dengan silika (Hu, 2020). Pada penelitian ini membahas tentang bahan isolator dari material *Epoxy* EF150K

untuk *Disc Ceramic Capacitor* (DCC) yang terdapat pada charger mobil listrik, tujuan penelitian yaitu untuk menguji performance dari material isolator, dengan melakukan pengujian *Pressure Cycle Temperature* (PCT) dan humiditas (Bo, 2019).

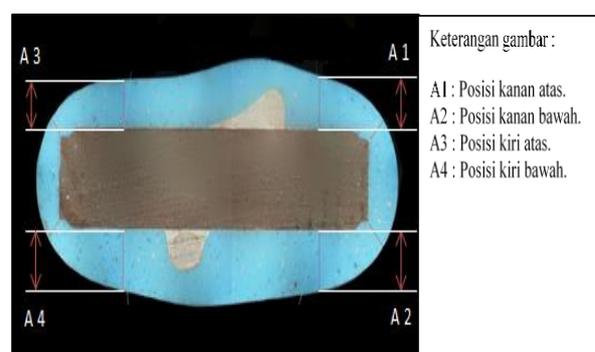
## METODE PENELITIAN

### Persiapan Material

Bahan untuk *Disc Ceramic Capacitor* (DCC), *type* SCE2E222M10 yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Epoxy* EF150K. Pengujian dilakukan 2 kali, yaitu *Pressure Cycle Temperature* (PCT) *Test* dan *Humidity 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 *Humidity Test* dilakukan untuk mengetahui daya tahan benda kerja terhadap kelembaban yang sangat tinggi. Sebelum pengujian dilakukan pengukuran untuk mengetahui ketebalan dari *epoxy* pada benda kerja.

### Pengukuran Ketebalan

Pengukuran ketebalan menggunakan alat pembesar yang bernama mikroskop. 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, kapasitor yang sudah mengalami proses *curing* (Galego *et.al.*, 1996) akan dilakukan proses *polishing* dengan menggunakan mesin *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.



Gambar 1. Potongan kapasitor dengan 5x pembesaran

Untuk melakukan pengukuran ketebalan lapisan *epoxy* ini terlebih dahulu disiapkan 3 *sample* kapasitor DCC dengan lapisan *epoxy* EF150K. Setelah 3 *sample* kapasitor DCC dengan lapisan *epoxy* EF150K dilakukan proses *polishing*, maka 3 *sample* tersebut siap untuk dilakukan proses pengukuran. Dari empat titik yang telah diukur dengan mikroskop dapat dilihat pada Gambar 1.

### Pressure Cycle Temperature (PCT) Test

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 *Insulance Resistance* (IR) Kapasitansi. Dimana kaki kapasitor akan dijepit ditempat khusus dan mengalami pengecekan selama 5 detik, dan setelah itu secara otomatis akan muncul kapasitas 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. Sebanyak 20 *sample* kapasitor DCC dengan lapisan *epoxy* EF150K akan diletakan dalam zig pada mesin PCT test, sehingga kapasitor DCC tidak langsung menyentuh air di dalam mesin PCT test. Cara kerja dari pengujian PCT yaitu air akan dipanaskan sampai mendidih dalam ruangan tertutup lalu kapasitor diletakan didalam alat tersebut selama 48 jam dengan tekanan 2 bar serta *temperature* 121°C. Pengujian untuk mengetahui ketangguhan dari *epoxy* tersebut.

### Pengujian Humiditas

Humiditas merupakan pengujian untuk mengetahui sebuah daya tahan benda kerja terhadap kelembaban yang sangat tinggi pengujian humiditas akan dilakukan dengan mesin *humidity chamber*. Sebelum melakukan pengujian ini seperti pengujian PCT, benda kerja akan dilakukan 2 pengecekan yaitu IR dan kapasitansi sebelum dan sesudah pengujian humiditas dilakukan. Adapun cara kerja dari alat ini yaitu kapasitor akan diberikan *temperature* 40°C selama 504 jam, dan tingkat kelembaban 95% RH. Sebelum kapasitor dimasukan ke dalam alat ini, kapasitor sebelumnya harus disusun dalam papan serta dipasang kabel khusus untuk nantinya kabel tersebut dipasangkan pada alat ini. Sebelum kapasitor dilakukan proses pemesinan memakai mesin *humidity chamber*

kapasitor sebelumnya dirangkai secara parallel pada sebuah zig.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian material *epoxy* EF150K pada kapasitor *Disc Ceramic Capacitor* (DCC) dengan *type* SCE2E222M10 dilakukan di PT. SAMCON dengan standar produk yang dihasilkan yaitu lulus uji *Verband der Elektrotechnik* (VDE), *Canadian Standards Association* (CSA), dan *Underwriters Laboratories* (UL). Pengujian yang dilakukan yaitu *Pressure Cycle Temperature* (PCT) Test dan pengujian humiditas, efek dari humiditas dari *ceramic capacitor* telah dibahas sebelumnya oleh (Bo, 2019). Pengujian ini diperlukan karena kapasitor memerlukan ketahanan suhu tinggi yang baik (Jia *et.al.*, 2018; Soemardi *et.al.*, 2016).

### 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 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Ketebalan *Epoxy* EF 150

Sample	Satuan mm				Rata-Rata
	A1	A2	A3	A4	
1	0.776	0.872	0.692	0.874	0.803
2	0.732	0.891	0.747	0.837	0.801
3	0.779	0.853	0.703	0.868	0.800

Dari hasil data yang didapat dari 3 *sample* diatas, dihasilkan bahwa ketebalan rata-rata *epoxy* EF 150 K pada kapasitor keramik yaitu 0.8mm, yang berarti sama dengan standar yang perusahaan keluarkan untuk kapasitor DCC *type* SCE2E222M10. Angka tersebut menunjukkan bahwa lapisan *epoxy* EF150K pada kapasitor DCC dalam keadaan baik karena standar ketebalan lapisan yaitu antara 0,8mm sampai 1,2mm, semakin tebal lapisan *epoxy* yang dipakai maka akan meningkatkan ketahanan korosi (Made & Faizal, 2020), meningkatkan ketahanan abrasi (Stojanović, 2018), dan meningkatkan ketahanan thermal (Yan *et.al.*, 2018).

### Hasil Pengujian *Pressure Cycle Temperature*

Sebanyak 20 *sample* kapasitor DCC *type* SCE2E222M10 dengan lapisan *epoxy* EF150K disiapkan untuk dilakukan pengujian *Pressure Cycle Temperature* (PCT) test dengan menggunakan

mesin PCT test dengan waktu selama 48 jam, tekanan 2 bar serta *temperature* 121°C, pengukuran DCC dilakukan sebelum dan sesudah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui bahwa kapasitor DCC dengan lapisan *epoxy* EF150K tersebut sesuai dengan standar yang telah ditentukan, pengukuran ini penting karena nilai kapasitansi dapat berfluktuasi sesuai kondisi yang diterimanya (Yu *et al.*, 2020), pengukuran yang dilakukan yaitu :

a. Kapasitansi

Kapasitor DCC dengan lapisan *epoxy* EF150K yang akan di ukur *capacitas*. Dengan standar kapasitor DCC *type* SCE2E222M10 maka didapatkan standar kapasitas yaitu 1760-2640 pF dengan  $\Delta C$  sebesar  $\pm 20\%$ . 1760-2640 pF didapatkan dari kapasitansi kapasitor tersebut yaitu 2200 pF  $\pm 20\%$ .

b. *Insulance Resistance* (IR)

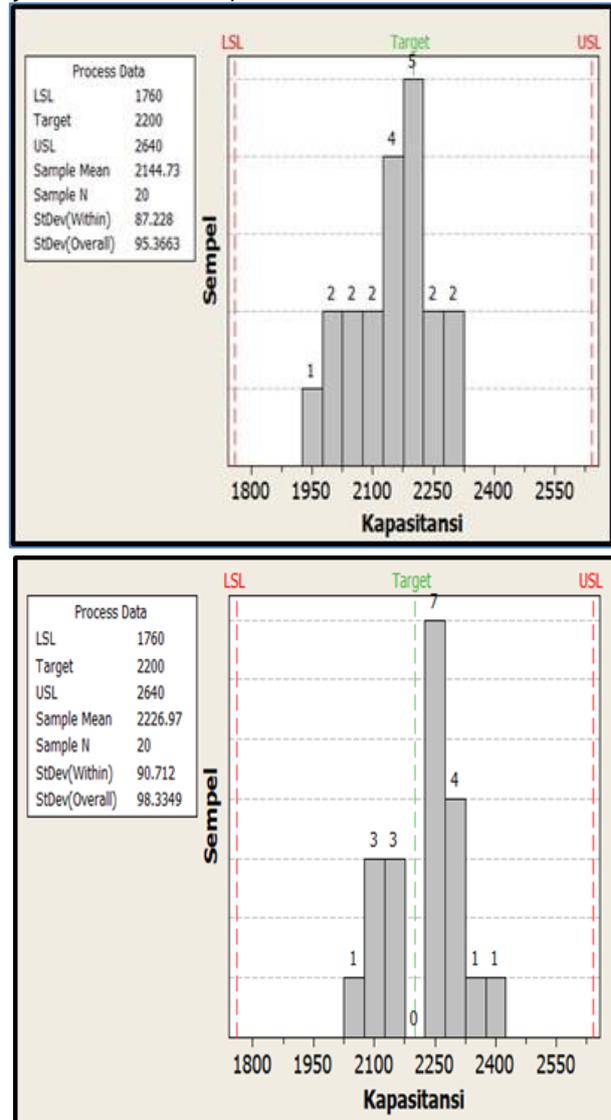
Kapasitor DCC dengan *type* SCE2E222M10 dengan lapisan *epoxy* EF150K, akan mengalami pengukuran sebelum serta sesudah PCT test dengan standarnya yaitu 10.000  $\Omega$  untuk sebelum pengujian PCT test, dan 1000  $\Omega$  untuk sesudah pengujian PCT test. Adapun hasil sebelum dan sesudah PCT test dengan menggunakan pengukuran kapasitansi serta IR dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian PCT Test Epoxy EF 150 K

Sempel	Kapasitansi (C)		$\Delta C$ ( $\pm 20$ ) %	Insulance Resistance (IR)		Kondisi
	Sebelum 1760 – 2640 pF	Sesudah		Sebelum >10000 $\Omega$	Sesudah >1000 $\Omega$	
1	2019,43	2093,46	3,67	14793,7	15155,0	OK
2	2156,57	2244,8	4,09	10689,1	11410,0	OK
3	2149,63	2232,69	3,86	14481,5	15254,2	OK
4	2184,16	2263,6	3,64	14588,5	14152,1	OK
5	2018,77	2099,69	4,01	13915,7	14565,0	OK
6	2048,94	2140,54	4,47	16157,8	16920,0	OK
7	2244,96	2315,3	3,13	14163,1	14762,0	OK
8	2184,09	2270,12	3,94	14199,3	15015,0	OK
9	2238,88	2315,68	3,43	14473,7	15252,0	OK
10	2308,12	2406,35	4,26	14078,7	14652,1	OK
11	2161,59	2236,3	3,46	15457,3	16550,0	OK
12	2043,23	2120,4	3,78	15393,7	16170,0	OK
13	2286,92	2374,69	3,84	13166,5	13954,2	OK
14	2185,01	2272,9	4,02	15487,4	16152,1	OK
15	2193,48	2278,76	3,89	15481,1	16305,0	OK
16	2090,88	2156,02	3,12	15117,7	16020,0	OK
17	2076,35	2163,72	4,21	16138,7	16862,0	OK
18	1948,4	2025,3	3,95	15110,5	15895,0	OK
19	2184,64	2275,5	4,16	13984,9	14250,0	OK
20	2170,54	2253,6	3,83	14684,3	15152,1	OK
Min	2018,8	2093,5	3,13	10689,0	11410,0	OK
Max	2308,1	2406,4	4,47	16158,0	16920,0	
Avq	2155,4	2238,2	3,85	14154,0	14714,0	

Grafik sebelum dan sesudah pengujian PCT test dengan pengukuran kapasitansi dan IR dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3. Pada Gambar 2 terdapat 2 grafik yang menunjukkan nilai kapasitansi 20 *sample* kapasitor DCC *type* SCE2E222M10 dengan lapisan *epoxy* EF150K sebelum dan sesudah dilakukannya PCT test. Dapat disimpulkan bahwa nilai kapasitansi

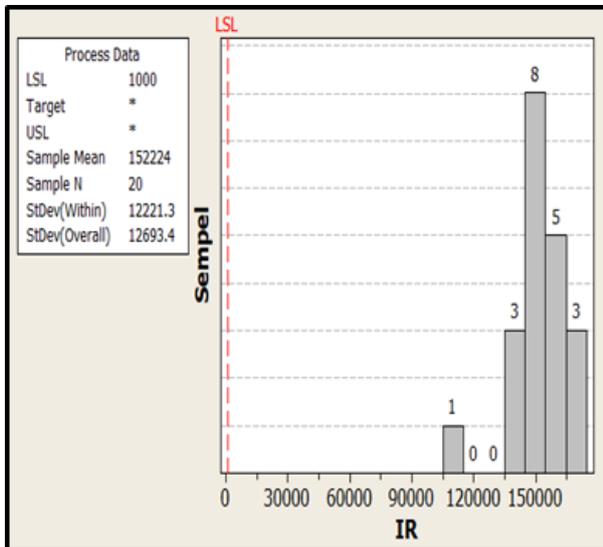
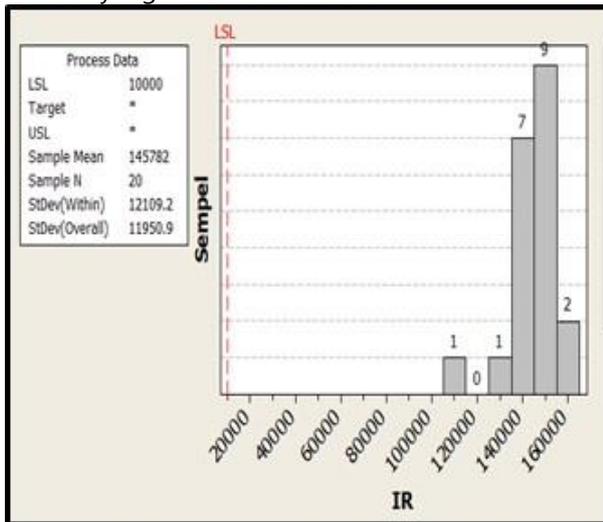
sesudah PCT test lebih baik karena grafik menunjukkan lebih mendekati kepada garis target yang ada dalam grafik tersebut dimana garis target tersebut menunjukkan nilai kapasitansi 2200 pF dan juga masih didalam standar nilai kapasitansinya yaitu 1760 – 2640 pF.



Gambar 2. Grafik Kapasitansi Sebelum dan Sesudah PCT

Dari Gambar 3 terlihat 2 grafik menunjukkan nilai *Insulance Resistance* (IR) 20 *sample* kapasitor DCC *type* SCE2E222M10 dengan lapisan *epoxy* EF150K sebelum dan sesudah dilakukannya PCT test. Nilai IR setelah dilakukannya PCT tests menunjukkan nilai baik karena nilai minimum IR sesudah PCT test yaitu >1000 $\Omega$ . Dari hasil pengujian PCT test yang bisa dilihat pada Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa material *epoxy* EF150K untuk lapisan kapasitor DCC *type* SCE2E222M10 sangat baik digunakan karena nilai yang dihasilkan dalam pengukuran kapasitansi

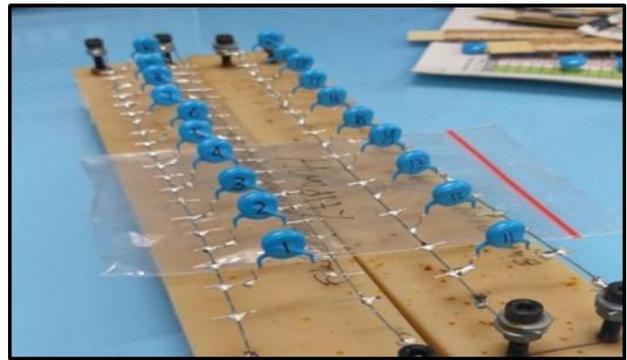
serta IR sesudah pengujian PCT test masih dalam standar yang sudah ditentukan.



Gambar 3. Grafik IR Sebelum dan Sesudah PCT Test

**Hasil Uji Humiditas**

Pengujian humiditas dilakukan dengan menggunakan mesin *Humidity Chamber* dengan parameter *temperature* 40°C selama 504 jam, sampel uji yaitu 20 kapasitor DCC dengan lapisan *epoxy* EF150K dengan *type* kapasitor yaitu SCE2E222M10. Sebelum dilakukan pengujian humiditas, sama seperti pengujian PCT maka *sample* akan dilakukan 2 pengukuran yaitu Kapasitansi dan *Insulance Resistance* (IR). Sebelum *sample* masuk kedalam mesin *Humidity Chamber*, 20 *sample* tersebut dipersiapkan dan disusun secara parallel pada zig untuk seterusnya dilakukan proses pengujian humiditas, 20 *sample* yang disusun secara parallel dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.



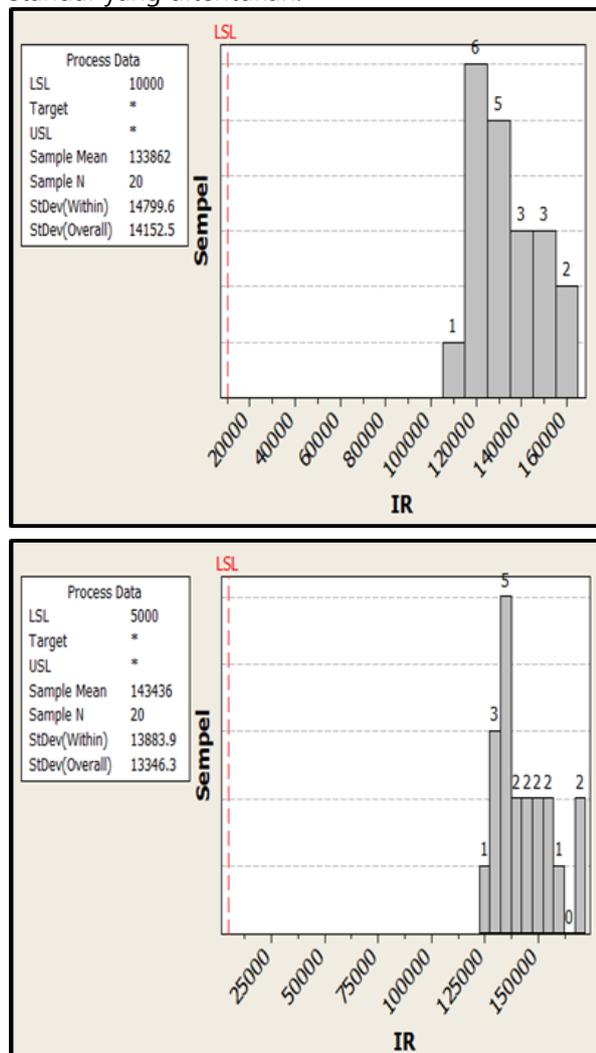
Gambar 4. Susunan Kapasitor Secara Parallel

Tabel 3. Hasil Pengujian Humiditas *Epoxy* EF 150 K

Sempel	Kapasitansi (C)		$\Delta C$ ( $\pm 20$ ) %	Insulance Resistance (IR)		Kondisi
	Sebelum	Sesudah		Sebelum	Sesudah	
	1760 – 2640 pF			>10000 $\Omega$	>5000 $\Omega$	
1	2071,72	2151,72	3,862	11956,1	12316,1	OK
2	2062,93	2132,38	3,367	14875,4	15194,1	OK
3	2130,12	2200,22	3,291	16256,8	16919,8	OK
4	2101,46	2171,46	3,331	13670,7	14307,2	OK
5	2108,16	2178,68	3,345	15674,5	16094,5	OK
6	2210,73	2277,92	3,039	13030,9	13790,9	OK
7	2324,79	2412,79	3,785	14965,4	15491,5	OK
8	2136,06	2206,06	3,277	12523,1	13271,9	OK
9	2274,53	2364,53	3,957	12413,4	13213,4	OK
10	2180,29	2247,29	3,073	12268,6	13083,1	OK
11	2174,93	2251,34	3,513	14311,5	15171,3	OK
12	2222,59	2302,93	3,615	12847,1	13492,1	OK
13	2060,73	2140,33	3,863	12933,1	13474,1	OK
14	2265,16	2352,41	3,852	12358,2	13013,2	OK
15	2260,58	2339,83	3,506	12489,1	13289,1	OK
16	2164,22	2241,33	3,563	13258,1	14033,1	OK
17	2134,73	2214,71	3,747	14969,4	15629,4	OK
18	2142,07	2210,72	3,205	11759,7	13677,6	OK
19	1971,89	2041,8	3,545	14162,2	16871,1	OK
20	2160,16	2234,09	3,422	11000,7	14539,2	OK
Min	1.971,89	2.041,80	3,039	13387,0	14343,0	OK
Max	2.324,79	2.412,79	3,96	15257,0	16910,0	
Avg	2.157,89	2.233,63	3,51	11956,0	12316,0	

Grafik sebelum dan sesudah pengujian humiditas dengan pengukuran kapasitansi dan IR dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Pada Gambar 5 terdapat 2 grafik yang menunjukkan nilai kapasitansi 20 *sample* kapasitor DCC *type* SCE2E222M10 dengan lapisan *epoxy* EF150K sebelum dan sesudah dilakukannya pengujian humiditas. Dapat disimpulkan bahwa nilai kapasitansi sesudah pengujian humiditas lebih baik karena grafik secara signifikan bergeser dan menunjukkan lebih mendekati kepada garis target yang ada dalam grafik tersebut dimana garis target tersebut menunjukkan nilai kapasitansi 2200 pF dan juga masih didalam standar nilai kapasitansinya yaitu dengan *Lower Spec Limit* (LSL) dengan nilai 1760 pF dan *Upper Spec Limit* (USL) dengan nilai 2640 pF. Dari Gambar 6 terlihat 2 grafik menunjukkan nilai *Insulance Resistance* (IR) 20 *sample* kapasitor DCC *type* SCE2E222M10 dengan lapisan *epoxy* EF150K sebelum dan sesudah dilakukannya pengujian humiditas, nilai IR sebelum dan setelah dilakukannya PCT tests menunjukkan nilai baik karena

nilai minimum IR sebelum dilakukan pengujian humiditas harus memiliki nilai  $>10000\Omega$  dan setelah dilakukan pengujian humiditas nilai IR harus memiliki nilai  $>5000\Omega$ . Tetapi apabila dibandingkan antara nilai IR sebelum dan sesudah pengujian humiditas maka yang menunjukkan nilai lebih baik yaitu sesudah dilakukannya pengujian humiditas. Dari hasil pengujian humiditas yang bisa dilihat pada Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa material epoxy EF150K untuk lapisan kapasitor DCC type SCE2E222M10 sangat baik digunakan karena nilai yang dihasilkan dalam pengukuran kapasitansi serta IR sesudah pengujian humiditas masih dalam standar yang ditentukan.



Gambar 6. Grafik IR Sebelum dan Sesudah Pengujian Humiditas

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa penggunaan lapisan epoxy EF150K pada kapasitor

*Disc Ceramic Capacitor* (DCC) dengan type SCE2E222M10, didapatkan rata-rata ketebalan yaitu 0.8mm. Hasil dari pengujian *Pressure Cycle Temperature* (PCT) Test didapatkan hasil kapasitansi dengan rata-rata 2238,2pF serta hasil dari pengukuran *Insulance Resistance* (IR) rata-rata yaitu 147140 $\Omega$ , dengan keadaan suhu mencapai 121 $^{\circ}\text{C}$ , dan tekanan 2 bar selama 48 jam, epoxy EF150K dapat bertahan dengan baik, dan hasil dari pengujian humiditas didapatkan nilai kapasitansi dengan rata-rata 2.233,63 pF serta hasil dari pengukuran *Insulance Resistance* (IR) rata-rata yaitu 123160 $\Omega$ , dengan keadaan suhu mencapai 40 $^{\circ}\text{C}$  dengan 95% RH selama 504jam, epoxy EF150K dapat bertahan dengan baik, dari hasil tersebut maka material epoxy EF150K untuk kapasitor *Disc Ceramic Capacitor* (DCC) dengan type SCE2E222M10 memiliki performance yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bo, W. et al. (2019). Research on Ceramic Capacitor Automatic Test Application Technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1345(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1345/3/032058>
- Chittaranjan et al. (2017). Manufacturing of Composite Material using Ceramic Fiber, Epoxy Resin and Microsilica for Aircraft Applications. *International Journal of Engineering Research And*, V6(04), 1140–1144. <https://doi.org/10.17577/ijertv6is040662>
- Ergün, Y. A. (2019). Mechanical Properties of Epoxy Composite Materials Produced with Different Ceramic Powders. *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*, 07(12), 1–8. <https://doi.org/10.4236/msce.2019.712001>
- Hu, J. B. (2020). High-performance ceramic/epoxy composite adhesives enabled by rational ceramic bandgaps. *Scientific Reports*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57074-7>
- Jia, W., Hou, Y., Zheng, M., Xu, Y., Zhu, M., Yang, K., Cheng, H., Sun, S., & Xing, J. (2018). Advances in lead-free high-temperature dielectric materials for ceramic capacitor application. *IET Nanodielectrics*, 1(1), 3–16. <https://doi.org/10.1049/iet-nde.2017.0003>
- Made, A. M., & FAIZAL, F. F. (2020). Pengaruh Kerekatan Perpaduan Pelapisan Epoksi Pada Permukaan Pipa ( Base Pipe) Setelah Dilakukan

- Tes Ikatan Katodik (Kathodic Disbonding Test) Terhadap Laju Korosi. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(1), 80. <https://doi.org/10.22441/jtm.v9i2.8259>
- Oliveira, J. D., Rocha, R. C., & Galdino, A. G. D. S. (2019). Effect of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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), 1729–1736. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2018.10.016>
- 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), 1920–1925. <https://doi.org/10.21275/ART20176233>
- Soemardi, T. P., Suwandi, A., Kiswanto, G., & Kusumaningsih, W. (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), 1035–1044. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v7i6.3354>
- Stojanović, I. (2018). Experimental evaluation of polyester and epoxy-polyester powder coatings in aggressive media. *Coatings*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/coatings8030098>
- Yan, T., Han, F., Ren, S., Ma, X., Fang, L., Liu, L., Kuang, X., & Elouadi, B. (2018). Dielectric properties of (K<sub>0.5</sub>Na<sub>0.5</sub>)NbO<sub>3</sub>–(Bi<sub>0.5</sub>Li<sub>0.5</sub>)ZrO<sub>3</sub> lead-free ceramics as high-temperature ceramic capacitors. *Applied Physics A: Materials Science and Processing*, 124(4), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s00339-018-1757-4>
- Yokoyama, R., & Akiba, N. (2017). Optimization-Based Simulation for Evaluating Electric Vehicles with Use of Fast Battery Chargers. *Journal of Energy Engineering*, 143(3), 1–11. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ey.1943-7897.0000382](https://doi.org/10.1061/(asce)ey.1943-7897.0000382)
- Yu, D., Dai, K., Zhang, J., Yang, B., Zhang, H., & Ma, S. (2020). Failure mechanism of multilayer ceramic capacitors under transient high impact. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(23), 1–14. <https://doi.org/10.3390/app10238435>
- Zaenurohman, G. (2018). *Pembuatan dan Analisis Karakteristik Arus Bocor Isolator Polimer Resin Epoksi 20 KV dengan Filler Pasir Silika dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Aluminium Oksida) pada Kondisi Iklim Tropis Buatan*. Univeritas Diponegoro.