

PENGARUH STRUKTUR KARBON TERHADAP KAPASITANSI KAPASITOR BERBAHAN KARBON AKTIF UNTUK APLIKASI SEBAGAI KOMPONEN SENSOR

Shirley Savetlana¹, Martinus¹, Sugiyanto¹, Rico Ardian Pramana¹

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung
Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar
Lampung 35145

E-mail: ricopramana@gmail.com

Abstrak: Sensor merupakan salah satu komponen penting dalam mitigasi bencana. Sensor terdiri dari beberapa komponen antara lain kapasitor. Kapasitor merupakan alat yang menyimpan energi didalam medan listrik. Bahan kapasitor antara lain karbon hitam. Dalam penelitian ini digunakan karbon hitam seri N220, N330 dan N550. Proses pembuatan kapasitor adalah sebagai berikut: pertama, karbon aktif direndam dengan larutan NaOH selama 24 jam kemudian di saring dan dibilas dengan aquades. Campuran tersebut kemudian dikeringkan didalam oven pada temperatur 150°C selama 3 jam. Campuran tersebut digunakan untuk melapisi aluminium foil dengan menggunakan epoxy sebagai pengikat. Selanjutnya aluminium foil di gulung. Pengujian kapasitansi dilakukan menggunakan rangkaian sederhana yang terdiri dari arduino uno, resistor, dan LCD I 2C. Pengujian menunjukkan kapasitor menggunakan bahan tersebut dapat digunakan sebagai kapasitor dengan kapasitansi 175 nano farad untuk kapasitor yang dibuat dengan karbon hitam seri N220.

Kata kunci: Kapasitor, Karbon hitam, Kapasitansi, sensor dan partikel karbon

I. PENDAHULUAN

Material kapasitor terbuat dari bahan-bahan yaitu polimer, keramik¹ dan komposit². Kapasitor terdiri dari dua pelat konduktor yang diisi dengan material dielectric tertentu³. Kapasitansi ditentukan hanya dimensi konduktor dan permitivitas dari bahan dielektrik. Kapasitansi tidak tergantung pada beda potensial.

Ada empat macam bahan dielektrik, yaitu linear dielektrik contohnya alumina dan kaca, ferroelektrik dengan polarisasi spontan contohnya BaTiO₃ dan PbTiO₃, relaxor ferroelektrik contohnya (Pb, La) (Zr,Ti) O₃ dan antiferroelektrik contohnya PbZrO₃. Bahan-bahan tersebut mempunyai berbagai kekurangan, misalnya linear dielektrik yang mempunyai breakdown field yang lebih tinggi dan kehilangan energi yang kecil tetapi nilai polarisasi yang kecil membuat bahan ini tidak dapat menyimpan energi yang besar³. Bahan-bahan baru dikembangkan antara lain menggunakan teknologi komposit. Bahan tersebut seperti *glass-keramik*, ferroelectric dengan bahan dasar polimer yang menggabungkan *breakdown field* yang tinggi dan *large polarization* yang tinggi. Bahan dielektrik dari bahan komposit misalnya keramik-kaca di buat dengan cara *powder sintering*. Saat ini komposit yang banyak diteliti adalah komposit berbasis keramik

BaTiO₃. Komposisi keramik dan kaca menentukan permisiviti yang dihasilkan. *Ferroelectric* berbasis bahan polimer mempunyai *breakdown field* yang tinggi, temperatur pembuatannya yang rendah dan fleksibilitas bahan yang tinggi. Polimer yang dilaporkan telah digunakan antara lain *polypropylene (PP)*, *polyester (PT)*, *polycarbonate (PC)*, *polyvinylidene fluoride (PVDF)*. PVDF yang banyak dipelajari karena permitiviti yang tinggi dari sifat *ferroelectric* alami bahan tersebut. Namun permitiviti dari bahan polimer tidak cukup tinggi sehingga dipikirkan untuk menggabungkan antara polimer dan keramik. Ditemukan kapasitor berbahan komposit dengan basis polimer meningkatkan permitivitas dibandingkan hanya menggunakan polimer. Meskipun begitu, di beberapa kasus penggunaan material komposit menunjukkan turunnya *breakdown strength* dan meningkatkan *energy loss*. Hal ini disebabkan penggumpalan dari serbuk keramik dikarenakan energi permukaan partikel keramik yang tinggi serta tidak menyatunya antara polimer dan keramik. Hal ini meninggalkan banyak cacat pada produk berbahan komposit polimer-keramik³. Komponen untuk sensor *displacement* dan tekanan juga menggunakan bahan-bahan seperti keramik dan komposit yang memiliki sifat *piezoelectric*⁴. Kapasitor dari bahan alami misalnya karbon yang berasal dari biomass mempunyai pengotor yang lebih sedikit dibandingkan dengan karbon yang berasal dari batubara atau bahan bakar. Kandungan pengotor yang lebih sedikit membuat karbon lebih stabil pada penggunaannya di Electric double layer capacitors (EDLCs) elektroda⁵. Dari penelitian tersebut ingin diketahui lebih jauh pengaruh ukuran karbon terhadap kapasitansi.

Pada penelitian ini kapasitor dibuat dari bahan keramik karbon hitam dengan ukuran partikel karbon yang berbeda. Karbon hitam yang digunakan dengan seri N220, N330 dan N550. Selanjutnya kapasitansi diukur dengan rangkaian sederhana. Nilai kapasitor dibandingkan antara kapasitor dengan bahan karbon hitam dari tiga seri tersebut. Nilai kapasitansi juga dibandingkan dengan kapasitor aluminium tanpa karbon dan material referensi.

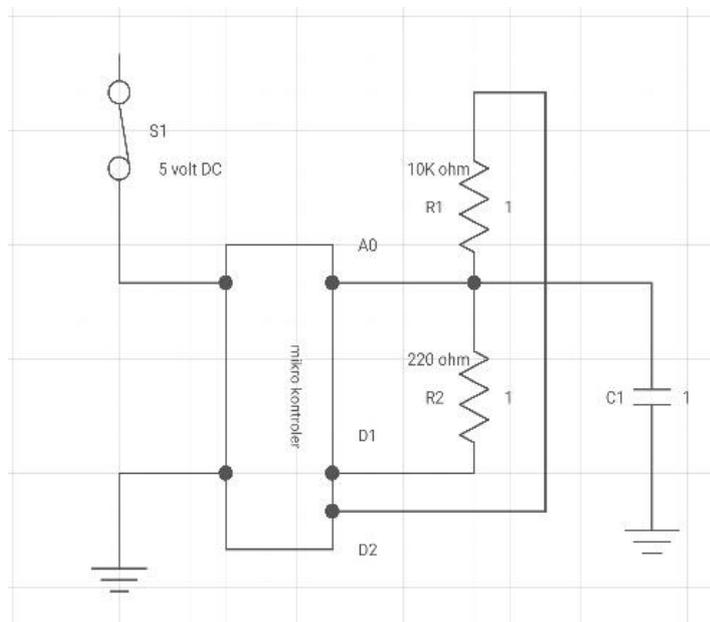
II. MATERIAL DAN METODE

Bahan kapasitor terdiri dari aluminium film dan pengisi karbon hitam. Karbon aktif yang digunakan adalah karbon aktif dengan seri strukturnya yaitu N220 N330, dan N550. Bahan aktivasinya yaitu NaOH dan air dengan konsentrasi NaOH 40%. Aluminium foil yang digunakan seri tape BGA dengan ketebalan 0,06 mm dan memiliki lebar produk 75 mm.

Proses pembuatan kapasitor dengan cara mengaktivasi karbon hitam ukuran N220, N330, dan N550 secara kimia. Larutan yang digunakan untuk

aktivasi adalah NaOH. Proses aktivasi dengan cara merendam karbon hitam dengan larutan NaOH selama 24 jam kemudian di cuci menggunakan larutan aquades dan di keringkan di dalam *Microwave* pada temperatur 250 °C selama 30 menit. Kemudian aluminium foil dilapisi dengan Karbon hitam yang sudah di aktivasi dengan ketebalan 2 mm. selanjutnya dilakukan proses penggulungan aluminium membentuk kapasitor berbentuk silinder.

Pengujian kapasitansi dilakukan dengan menggunakan rangkaian sederhana yang terdiri dari arduino uno, resistor dan LCD 1 2C. Rangkaian tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 rangkaian uji kapasitansi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan proses pembuatan kapasitor dengan menggunakan variasi karbon hitam N220, N330, dan N550 dengan campuran aktivasi larutan NaOH, nilai kapasitansi dapat dilihat pada Tabel 1.

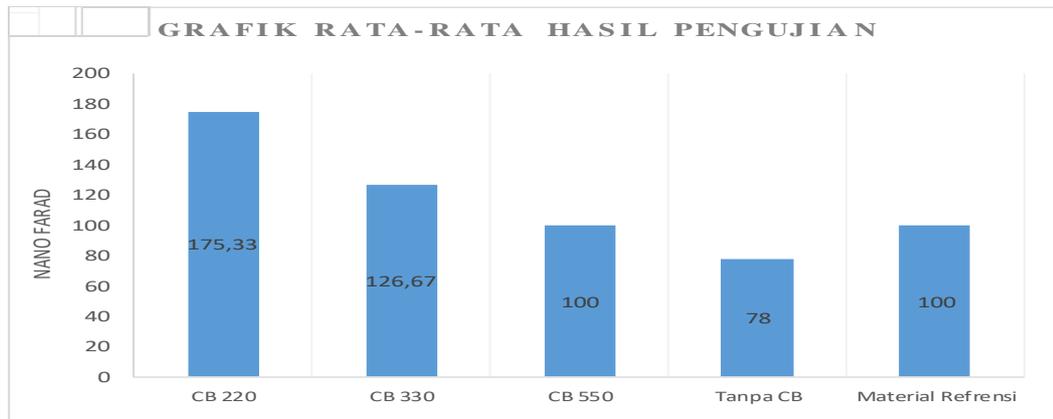
Tabel 1. Data Hasil Pengujian Kapasitansi

Nama Spesimen	Seri Karbon hitam	Kapasitansi (C)	Kapasitansi rata-rata (C)
Spesimen 1	N220	179 nano farad	175,33
Spesimen 2		168 nano farad	
Spesimen 3		179 nano farad	
Spesimen 1	N330	123 nano farad	126,67
Spesimen 2		123 nano farad	
Spesimen 3		134 nano farad	
Spesimen 1	N550	99 nano farad	100
Spesimen 2		101 nano farad	
Spesimen 3		100 nano farad	

Nama Spesimen	Seri Karbon hitam	Kapasitansi (C)	Kapasitansi rata-rata (C)
Spesimen 1	Tanpa karbon	78 nano farad	78
Spesimen 2		78 nano farad	
Spesimen 3		78 nano farad	
Spesimen 1	Referensi	100 nano farad	100
Spesimen 2		100 nano farad	
Spesimen 3		100 nano farad	

Hasil pengukuran kapasitansi kapasitor dapat dilihat pada gambar 2. Nilai kapasitansi aluminium foil dengan karbon lebih tinggi daripada nilai kapasitansi aluminium foil tanpa karbon dan nilai kapasitor referensi komersil. Kapasitor yang dibuat dari bahan karbon N220 memiliki kapasitansi yang paling tinggi yaitu 175.33 nano farad dibandingkan kapasitor yang dibuat dengan karbon hitam seri N330 dan N550. Seperti diketahui bahwa semakin rendah seri karbon hitam maka akan semakin kecil ukuran partikel karbon. Kapasitor dengan ukuran karbon hitam N220 memiliki kapasitansi yang paling tinggi disebabkan ukuran partikel karbon yang lebih halus dibandingkan kapasitor dengan bahan karbon hitam N330 dan N550. Partikel karbon hitam dengan ukuran partikel yang lebih kecil secara keseluruhan mempunyai luas permukaan total yang lebih besar dibandingkan dengan partikel dengan ukuran yang lebih besar. Hasil penelitian karbon sebagai reinforcement pada karet alam juga menunjukkan sifat tarik yang paling tinggi untuk karet yang diperkuat dengan karbon hitam seri N220 dibandingkan seri lain seperti N330, N550 dan N660. Gambar SEM menunjukkan partikel karbon hitam N220 berbentuk tak beraturan dan mempunyai ukuran *agglomerate* sekitar $10 \mu\text{m}^7$.

Persyaratan untuk partikel karbon yang digunakan pada kapasitor juga sama seperti karbon aktif super yang digunakan untuk aplikasi pada ELDC, dimana partikel karbon harus mempunyai konduktivitas listrik yang tinggi, ukuran partikel yang seragam dan *specific surface area* yang tinggi⁵ dan ukuran pori yang sesuai dengan ukuran ion dari elektrolit yang dipilih. Hasil penelitian lain yang melakukan pembuatan karbon dari serbuk kentang dengan aktivasi menggunakan larutan KOH pada $900 \text{ }^\circ\text{C}$ menghasilkan partikel karbon dengan *specific surface area* $1579.4 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$, *average pore size* of 2.9663 nm , and *pore size distribution* of $1.3\text{--}3.5 \text{ nm}$ menghasilkan kapasitansi 160.6 dan 151.2 Fg^{-1} masing-masing didalam aqua dan larutan elektrolit⁸.



Gambar 4 Nilai rata-rata kapasitansi kapasitor tanpa karbon hitam, kapasitor dengan karbon hitam dan material referensi.

KESIMPULAN

Kapasitor dibuat dengan menggunakan karbon hitam yang diaktifkan dengan larutan NaOH. Partikel karbon hitam yang digunakan yaitu karbon hitam seri N220, N330 dan N550. Hasil pengujian kapasitansi dengan menggunakan rangkaian sederhana menunjukkan bahwa aluminium foil yang dilapisi karbon hitam mempunyai nilai kapasitansi yang lebih tinggi dibandingkan dengan aluminium foil yang tidak dilapisi karbon hitam. Berdasarkan seri karbon hitam, kapasitor yang dibuat dengan karbon hitam seri N220 menunjukkan kapasitansi tertinggi. Hal ini disebabkan ukuran partikel hitam N220 yang lebih kecil dan konfigurasi partikel yang berbeda dibandingkan dengan partikel karbon hitam N330 dan N550.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chen, X., Zhang, H., Cao, F., Wang, G., Dong, X., Gu, Y., He, H. and Liu. Y. (2009). Charge-discharge properties of lead zirconate stannate titanate ceramics. *Journal Apply Physic*, 106: 1256-1260.
- [2] Eric, Y., Kedar, K. (2020). Experimental data on electrical properties of epoxy/carbon composites used as structural capacitance. *Data in brief*, 28: 1-5.
- [3] Hao, X., (2013). A review on the dielectric materials for high energy-storage application. *Journal of advance dielectric*, 3: 1-14.
- [4] Akdogan, E.K., Allahverdi, M., Safari, A. (2005). IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control, 52(5): 1-30.
- [5] B. Hu, K. Wang, L. Wu, S.-H. Yu, M. Antonietti, M.-M. Titirici, (2010). Engineering carbon materials from the hydrothermal carbonization process of biomass, *Advance Materials*. 22:813–828.
- [6] Simon, P., Burke, A., (2008). Nanostructure carbon; double layer capacitance and more. *Electrochemical society interface*, 17: 38-43.