

## STUDI DIELEKTRIK POLYVINILIDENE FLUORIDE (PVDF)/SiO<sub>2</sub> DARI LUMPUR SIDOARJO

Muhammad Sukron<sup>1</sup>, Woro Setyarsih<sup>2</sup>, Lydia Rohmawati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>S1 Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

<sup>2</sup>Dosen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: [sukronelvita@gmail.com](mailto:sukronelvita@gmail.com)

### Abstrak

Dielektrik merupakan jenis bahan isolator listrik yang dapat dikutubkan dengan cara menempatkan bahan dielektrik dalam medan listrik. Silika yang dicampur dengan PVDF fase- $\beta$  merupakan material yang memiliki sifat dielektrik. Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan sifat dielektrik PVDF/SiO<sub>2</sub> dengan penambahan massa SiO<sub>2</sub> (0.16 gram). SiO<sub>2</sub> yang digunakan disintesis dari Lumpur Sidoarjo dengan menggunakan metode kopresipitasi. Campuran silika dan PVDF yang telah dibuat dikarakterisasi XRD, SEM, dan LCR meter. Hasil XRD PVDF/SiO<sub>2</sub> menunjukkan *peak-peak* silika maupun PVDF muncul pada posisi  $2\theta$  sebagaimana hasil XRD masing-masing. Hasil SEM-EDX menunjukkan tidak terbentuk interfase antar silika dan PVDF. Dan uji LCR meter menunjukkan nilai dielektrik PVDF/SiO<sub>2</sub> LuSi (0.16 gram) yaitu  $3.37 \times 10^6$  F/m.

**Kata kunci :** bahan dielektrik, PVDF/SiO<sub>2</sub>.

### Abstract

Dielectric is type of electrical insulating material that can be polarized by placing the dielectric material inside an electric field. In this experiment silica from Sidoarjo mud (LuSi) is being mixed with phase- $\beta$  PVDF to description dielectric properties of PVDF/SiO<sub>2</sub> with some mass of SiO<sub>2</sub> (0.16 gram). It begins from silica's synthesis of mud by using coprecipitation method. After that, silica is mixed with PVDF and characterizations with XRD, SEM, and LCR meter is needed. XRD result of PVDF/SiO<sub>2</sub> showed the peaks of silica and PVDF it appears  $2\theta$  respectively. However, the peak height of SiO<sub>2</sub> on PVDF/SiO<sub>2</sub> samples is not as high as the XRD results of SiO<sub>2</sub>. SEM-EDX result showed is not appearance of interface bounding of silica and PVDF. LCR meter results showed that dielectric value PVDF/SiO<sub>2</sub> LuSi (0.16 gram)  $3.37 \times 10^6$  F/m.

**Keywords:** dielectric materials, PVDF/SiO<sub>2</sub>

### PENDAHULUAN

Dielektrik merupakan jenis bahan isolator listrik yang dapat dikutubkan (*polarized*) dengan cara menempatkan bahan dielektrik dalam medan listrik. Dalam pengaplikasiannya, bahan dielektrik memerlukan material yang tahan pada suhu tinggi, memiliki nilai dielektrik tinggi dan sifat mekanik yang baik. Salah satu material tersebut adalah *Polyvinylidene Fluoride* (PVDF). PVDF merupakan polimer yang mempunyai sifat piezoelektrik amat kuat (Esterly, D.M., 2002: 1), yaitu material yang dapat mentransfer energi mekanik menjadi energi listrik, atau sebaliknya. PVDF memiliki tiga bentuk struktur molekul padat yaitu bentuk I atau fase- $\beta$ , bentuk II atau fase- $\alpha$  dan bentuk III atau fase- $\gamma$ . Diantara ketiga bentuk struktur molekul tersebut bentuk I memberikan efek piezoelektrik yang paling besar (Andrew J. Lovinger, 2010). PVDF memiliki

permitivitas dielektrik yang tinggi, serta faktor disipasi yang rendah, sehingga baik digunakan sebagai bahan dielektrik (Esterly, D.M., 2002: 6). Pada penelitian Akash Katoch (2009) PVDF memiliki nilai dielektrik 7 F/m dengan titik lebur 171°C. Artinya PVDF merupakan material yang memiliki nilai dielektrik cukup baik namun tidak tahan pada suhu tinggi. Pada bahan dielektrik terjadi fenomena *loss dielectric* yang diakibatkan oleh gesekan antar molekul dalam dielektrik dan menimbulkan panas, sehingga muatan listrik dapat menembus bahan dielektrik. Untuk itu diperlukan material pendukung guna memperbaiki sifat mekanik dan termal dari PVDF sebagai aplikasi bahan dielektrik yaitu SiO<sub>2</sub>. Silika memiliki sifat mekanik yang baik, titik leleh 1650°C, dan nilai dielektriknya 11.68 F/m (Rines Geoge Edwin, 1992). Silika juga keberadaannya cukup melimpah di alam, salah satunya dapat ditemukan dalam

kandungan lumpur Sidoarjo (LuSi), seperti pengujian lumpur Sidoarjo oleh Deputi Bidang TPSA-BPPT (2011) menunjukkan banyak unsur mineral dan kimia pada lumpur tersebut. Untuk proses sintesisnya sendiri tidak terlalu rumit dengan menggunakan metode kopresipitasi. Sintesis LuSi dengan menggunakan metode kopresipitasi pernah dilakukan oleh Januar H.P., Ahmad, dkk. (2013) dengan memperoleh kemurnian hingga 98.5% dan ukuran diameter partikel antara 4.119 nm – 26.824 nm. Ukuran partikel dengan skala nano sangat penting dalam memperbaiki sifat mekanik karena ukuran partikel yang sangat kecil dapat menyusup ke celah-celah material yang memiliki porositas tinggi seperti PVDF. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan pencampuran dua bahan yaitu PVDF dan SiO<sub>2</sub> LuSi untuk mendeskripsikan sifat dielektriknya.

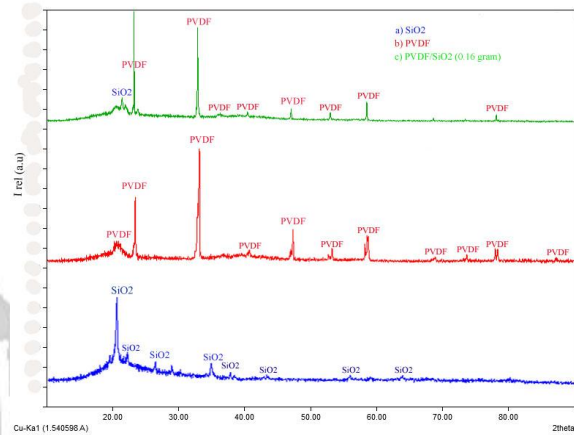
### METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah PVDF, NMP, NH<sub>4</sub>Cl dan LuSi. Sintesis silika LuSi menggunakan metode kopresipitasi kemudian dikalsinasi pada suhu 300°C, 500°C selama 10 jam dan 800°C selama 17 jam. Untuk sampel PVDF/SiO<sub>2</sub>, 10% berat PVDF dilarutkan dalam 84% berat NMP kemudian ditambahkan 6% berat NH<sub>4</sub>Cl dan SiO<sub>2</sub> dengan penambahan massa silika 0.16 gram. Campuran bahan membran tersebut selanjutnya diaduk dengan *magnetic stirrer* pada suhu 40°C selama 30 menit. Larutan tersebut selanjutnya dicetak dengan menggunakan cawan petri dan kemudian dидiamkan pada suhu ruang selama 1 minggu lalu direndam dalam bak koagulasi yang berisi campuran aquades dan *ethanol* (50:50). selanjutnya dicuci dengan aquades untuk menghilangkan kelebihan pelarut setelah itu dikeringkan dan dikarakterisasi dengan *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscopy*, LCR meter.

### HASIL PENELITIAN

#### A. Pola Difraksi Sinar-X SiO<sub>2</sub> LuSi

Karakterisasi XRD pada PVDF/SiO<sub>2</sub> LuSi untuk mengetahui identifikasi fasa. Hasil ini ditunjukkan pada Gambar 1.

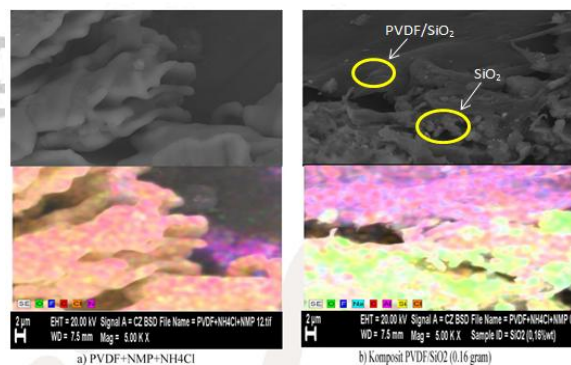


Gambar 1 Pola XRD dari PVDF dengan perlakuan perendaman 50:50 ml aquades dan etanol: (a) SiO<sub>2</sub> (b) PVDF dengan 90°C selama 5 jam (c) PVDF/SiO<sub>2</sub> (0.16 gram).

Gambar 1. menunjukkan pola difraksi sinar X-Ray dari film PVDF dengan perlakuan pemanasan 90°C selama 5 jam. Pada jurnal Akash Katoch untuk film PVDF yang berfase-β terjadi pada puncak difraksi di  $2\theta = 20.2^\circ$  sedangkan untuk fase-α terjadi pada puncak  $2\theta = 18.58^\circ$  dan  $19.94^\circ$ . Pada hasil pengujian XRD diatas menunjukkan pada sampel (b) puncak difraksi pertama terjadi di  $2\theta = 20.71^\circ$ . itu artinya sampel film PVDF tersebut menunjukkan fase-β sesuai dengan yang terdapat pada jurnal Akash Katoch. Sedangkan sampel (c) puncak difraksi pertama muncul di  $2\theta = 20.57^\circ$ , itu artinya sampel PVDF/SiO<sub>2</sub> masih menunjukkan fase-β dan terdapat puncak baru di  $2\theta = 23.81^\circ$ , ini dikarenakan pengaruh dari penambahan SiO<sub>2</sub> pada membran polimer PVDF, namun puncak baru yang muncul tersebut memiliki intensitas yang cukup kecil.

#### B. Morfologi SEM-EDX PVDF/SiO<sub>2</sub>

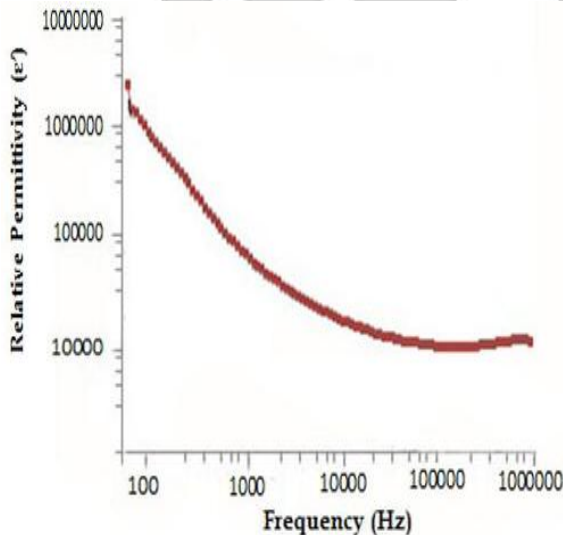
Berdasarkan hasil pengamatan SEM-EDX (Gambar 2) dapat dilihat membran PVDF memiliki struktur seperti serat karena PVDF merupakan polimer, dan juga partikel SiO<sub>2</sub> ukuran dibawah seratus nano dapat teramati walaupun sebagian besar tampak kumpulan partikel-partikel kecil yang menyatu membentuk partikel besar (beraglomerasi), ini dikarenakan waktu *stirrer* yang kurang lama dan pemanasan dengan suhu rendah.



Gambar 2. Morfologi SEM-EDX PVDF/SiO<sub>2</sub>

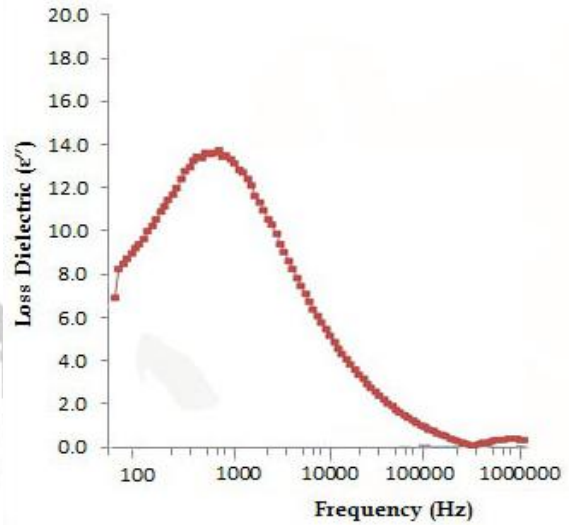
**C. Analisis LCR meter dengan frekuensi 1 MHz**

Untuk mengetahui sifat dielektrik PVDF/SiO<sub>2</sub>, dilakukan pengukuran dengan menggunakan LCR meter (Hioki 3532-50 LCR HiTester) yang telah terhubung dengan komputer. Terdapat 14 parameter dielektrik yang diukur, yaitu: Z (impedansi), Y (modulus young), Phase, Cs (kapasitansi seri), Cp (kapasitansi paralel), D (Displacement), Ls (induktansi seri), Lp (induktansi paralel), Q (muatan listrik), Rs (resistansi seri), G (Konduktansi), Rp (resistansi seri), X (kerentanan), dan B (medan induksi). Frekuensi pengukuran yang digunakan 50 Hz - 1 MHz pada arus tetap (*Constan Current*) 5 mA dan tegangan tetap (*Constan Voltage*) 4 Volt dengan 100 point pengamatan. Setiap sampel yang diukur diset pada plat paralel berbahan tembaga, Kemudian diukur nilai dielektrik dan *loss dielectric*. Nilai dielektrik PVDF/SiO<sub>2</sub> seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik nilai *Relative Permittivity* PVDF/SiO<sub>2</sub> (0.16 gram)

Dari Gambar 3 menunjukkan sampel PVDF dengan penambahan massa (0.16 gram) silika LuSi memiliki nilai dielektrik yang cukup tinggi dengan nilai dielektrik  $3.37 \times 10^6$  F/m. Besarnya nilai konstanta dielektrik dipengaruhi oleh kapasitansi bahan, hal ini menunjukkan bahwa komposisi SiO<sub>2</sub> (0.16 gram) memiliki nilai kapasitansi cukup besar. Dielektrik bahan PVDF/SiO<sub>2</sub> ini dapat bekerja dengan baik pada frekuensi 50 Hz sampai 1000 HZ, kemudian turun dengan bertambah besarnya frekuensi mengakibatkan energi panas meningkat sehingga muatan listrik akan dapat menembus bahan dielektrik. dan konstan pada frekuensi sekitar 150 KHz.



Gambar 4. Grafik nilai *loss dielectric* sampel PVDF/SiO<sub>2</sub> (0.16 gram)

Dari Gambar 4 menunjukkan nilai *loss dielectric* sampel PVDF/SiO<sub>2</sub>. Dimana nilai *loss dielectric* merupakan syarat penting untuk aplikasi bahan dielektrik karena semakin kecil nilai *loss dielectric*, maka bahan tersebut tahan akan panas dan arus listrik yang tembus bahan dielektrik semakin kecil. Dari grafik tersebut terlihat bahwa pada frekuensi 50 Hz nilai *loss dielectric* PVDF/SiO<sub>2</sub> LuSi (0.16 gram) yaitu: 6.9. Kemudian semakin besar nilai frekuensi, nilai *loss dielectricnya* juga semakin besar hingga sampai mengalami nilai titik maksimum *loss dielectric* di frekuensi tertentu. Untuk nilai *loss dielectric* maksimum PVDF/SiO<sub>2</sub> LuSi (0.16 gram) yaitu 13.8. Ini menunjukkan bahwa silika memiliki peran penting untuk meningkatkan sifat termal dari PVDF karena silika memiliki sifat mekanik dan termal yang baik. Sedangkan PVDF rentan pada suhu tinggi hal ini menyebabkan nilai *loss dielectric* PVDF cukup kecil.

**KESIMPULAN**

Hasil Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai dielektrik PVDF/SiO<sub>2</sub> dengan penambahan SiO<sub>2</sub> (0.16 gram) yaitu  $3.37 \times 10^6$  F/m pada frekuensi 50 Hz, kemudian nilai dielektriknya menurun seiring dengan meningkatnya frekuensi. Nilai *loss dielectric* Sampel PVDF/SiO<sub>2</sub> LuSi (0.16 gram) sebesar 13.8. Sifat bahan dielektrik ini dapat bekerja pada frekuensi 50 Hz – 1000 HZ.



## DAFTAR PUSTAKA

- Akash Katoch. 2009. *Structural and dielectric investigations of nano dispersed poly (vinylidene fluoride) (PVDF) composites*. Thesis. School of Physics and Materials science Thapar University, Patiala, (Punjab).
- Akhmad Januar H.P. dkk. 2013. *Pengaruh pH Akhir Larutan pada Sintesis Nanosilika dari Bahan LuSi*. Jurnal Inovasi Fisika Indonesia Vol.02 No.03
- Esterly D.M. 2002. *Manufacturing of poly(vinylidene fluoride) and evaluation of its mechanical properties*. Blacksburg, Virginia
- Erna Rusliana Muhamad Saleh, dkk. 2013. *Seleksi Parameter Dielektrik penentuan Masa Kadaluwarsa Biskuit (wafer) dengan pendekatan Regresi Linier, Feature Selection (Relieff) dan Artificial Neural Network*. Jurnal Teknologi Industri Pertanian 23 (3): 164-173.
- Fu Liu, dkk. 2011 . *Progress in the production and modification of PVDF membranes*. Journal of Membrane Science 375 (1–27).
- Munasir, dkk. 2010. *Perbandingan Massa Kalium Hidroksida pada Ekstraksi  $\text{SiO}_2$  Orde Nano Berbasis Bahan Alam Pasir Kuarsa*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan.
- Restuti, Hermasari. dkk. 2013. *Pengaruh Komposisi Larutan Cetak Polyvinylidene fluoride (PVDF) dan Non Pelarut Metanol Terhadap Kinerja Membran PVDF Dalam Pemisahan Pewarna Indigo*. UNESA Journal of Chemistry Vol.2 No.3
- Rines, Geoge Edwin, ed. 1920. *Dielectric*. Encyclopedia Americana. (Online), ([http://id.wikipedia.org/wiki/Encyclopedia\\_Americana](http://id.wikipedia.org/wiki/Encyclopedia_Americana), diakses 13 Agustus 2014)