

PENERAPAN MATERIAL PVDF DENGAN POLARISASI PERMUKAAN SEBAGAI SENSOR GAYA

Aditya Nugraha¹⁾, Masri Bin Ardin²⁾

^{1,2}Jurusan Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin, Politeknik Negeri Subang, Subang 41211
Email:aditya@polsub.ac.id

Abstract

PVDF is one of the materials that has piezoelectric properties that are often used as sensors or actuators. This piezoelectric property can be activated through a stretching process, and then polarized by giving a DC voltage of 4KV. In this study, PVDF material was polarized by the surface polarization method, which were the results tested using d33 meters. The test results show that the value of d33 is 31,32C/N. After being tested using d33 meters, the PVDF material that has been polarized on the surface was tested as a force sensor whose output voltage was measured using an oscilloscope. The result of test carried out by increasing and decreasing load testing and then sensitivity measurements test. The result of increasing and decreasing load test obtained the biggest deviation is 0.35. The results of the calculation of the sensitivity of the PVDF sensor with a surface polarization is 0.0615V / N.

Keywords: Surface polarization, Force sensor, PVDF sensor

1. PENDAHULUAN

Polyvinylidene fluoride (PVDF) merupakan material polimer yang memiliki sifat piezoelektrik, pyroelektrik, dan ferroelektrik. PVDF yang telah dipolarisasi dapat digunakan sebagai sensor maupun aktuator. PVDF sebagai sensor sering digunakan untuk mendeteksi getaran, gaya potong, tekanan, maupun panas (Bhavanasi, Kusuma, & Lee, 2014).

PVDF memiliki keunggulan lain yang tidak dimiliki oleh material piezoelektrik lainnya. PVDF tidak rapuh seperti material *lead zirconate titanate (PZT)*. Selain itu PDVF memiliki yield strain yang tinggi. Oleh karena itu sifat material PVDF yang fleksibel dan mudah dibentuk merupakan salah satu keunggulan dari material ini. Selain itu, harganya yang terjangkau menjadikan salah satu pilihan yang tepat untuk menggunakan material ini sebagai sensor (Piezoelektrik, Prananto, & Mawarani, 2016). Sudah banyak peneliti yang telah menguji sensor PVDF sebagai sensor gaya. Namun sangat jarang penelitian yang menguji sensor PVDF dengan polarisasi permukaan sebagai sensor gaya. Oleh karena itu, penelitian ini menguji material PVDF yang diaktifkan sifat piezoelektriknya melalui polarisasi permukaan sebagai sensor gaya.

2. KAJIAN LITERATUR

Piezoelektrik merupakan sifat pada suatu material yang dapat menghasilkan tegangan listrik ketika material tersebut diberi tekanan. Selain itu sifat material yang bersifat piezoelektrik dapat berdeformasi ketika diberi tegangan listrik. Karakteristik unik dari

material yang memiliki sifat piezoelektrik ini sering digunakan sebagai sensor maupun aktuator (Chang, Fang, Liu, & Lin, 2008).

Salah satu material yang memiliki sifat piezoelektrik adalah PVDF. PVDF merupakan material berjenis polimer dengan rumus kimia (CH₂-CF₂). Material ini memiliki sifat kekakuan yang rendah, ringan dan fleksibel. Selain itu PVDF memiliki sifat tahan terhadap bahan kimia dan mudah dipolarisasi (Piezoelektrik et al., 2016).

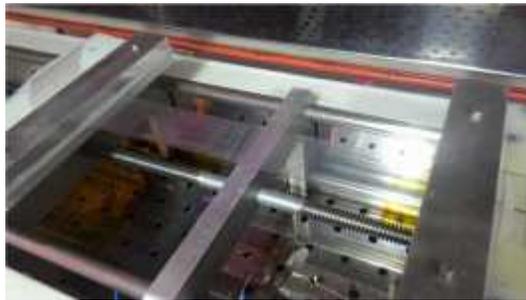
PVDF diketahui ada dalam empat bentuk kristal yaitu β , γ , δ , dan α atau F. β adalah analog polar dari bentuk α . Fasa β mendominasi kristalisasi dari lelehan di bawah 160 ° C. Material PVDF yang memiliki sifat piezoelektrik yang baik adalah material PVDF dengan kristal fase β . Fase β biasanya diperoleh dengan meregangkan material PVDF dengan fasa α pada suhu antara 70 dan 100 ° C (Chang et al., 2008).

Selain memiliki sifat piezoelektrik, material PVDF pun memiliki sifat ferroelektrik. Bahan ferroelektrik adalah sekelompok bahan dielektrik yang memiliki kemampuan untuk mengubah sifat polarisasi pada medan listrik yang sesuai. Fenomena ferroelektrik pertama kali ditemukan oleh Valasek pada tahun 1921 dengan garam Rochelle (KNaC₄H₄O₆.4H₂O). Secara alami, material ferroelektrik memiliki domain ferroelektrik yang arahnya acak. Namun setelah diberikan listrik tegangan tinggi arah domain akan selaras dengan arah polarisasi (Humphreys, Wicks, & Mckinley, n.d.).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Peregangan PVDF

PVDF dengan ketebalan 120µm diregangkan dengan suhu rata-rata 80°C. Pada proses ini, PVDF diklem pada dua ujung permukaan PVDF yang kemudian motor listrik berputar menarik kedua ujung PVDF. Proses peregangan berlangsung hingga mendapatkan rasio perpanjangan yaitu 6.



Gambar 1. Proses peregangan pada material PVDF.

3.2 Polarisasi Permukaan

Salah satu perlakuan untuk mendapatkan β phase pada PVDF adalah dengan melakukan polarisasi. Pada penelitian ini dua buah elektroda dari lembar tembaga diletakkan di atas permukaan PVDF. Pada tiap elektroda disambungkan dengan aliran listrik tegangan DC yang sebesar 4KV selama 15 menit dengan suhu ruangan.

3.3 Pengujian d33

Salah satu pengujian dalam penelitian ini adalah pengujian nilai d33 menggunakan d33 meter. Pengujian d33 adalah salah satu cara untuk menguji sifat piezoelektrik. Pada penelitian ini alat untuk menguji adalah d33 meter sinocera.

3.4 Pengujian Sensor Gaya

Sensor gaya diuji dengan memberikan beban yang berbeda-beda pada sensor PVDF. Untuk membandingkan kekakurasiannya, sensor gaya PCB piezotronics digunakan. Pada percobaan ini, sensor gaya piezotronics diletakkan tepat di bawah sensor PVDF. Beban berbeda pun dijatuhkan pada permukaan PVDF. Sinyal keluaran pada PVDF diukur tegangannya menggunakan oscilloscope.



Gambar 2. Posisi peletakan PVDF saat pengujian.

4 HASIL PENELITIAN

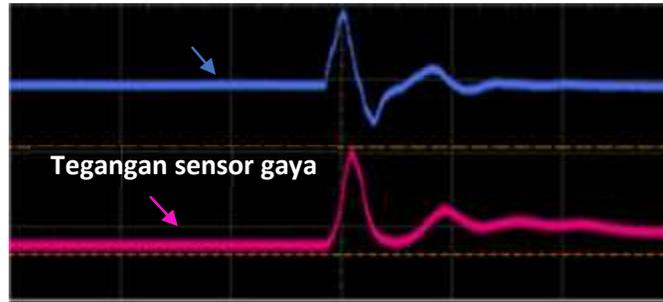
Salah satu proses dalam penelitian ini adalah peregangan material PVDF yang diregangkan pada suhu 80°C . Setelah melalui proses peregangan, material PVDF ketebalannya akan berubah. Ketebalan awal material PVDF sebelum peregangan adalah $120\mu\text{m}$, sedangkan setelah peregangan dengan rasio 6 ketebalannya antara $25\text{-}35\mu\text{m}$. Setelah proses peregangan, PVDF dengan ketebalan $25\mu\text{m}$ dipolarisasi pada permukaan PVDF dengan listrik tegangan DC sebesar 4Kv . Tabel 1. Merupakan hasil pengujian nilai d33 pada material PVDF yang telah dipolarisasi dengan menggunakan alat d33 meter. Pengujian yang dilakukan pada 10 PVDF ini menghasilkan nilai d33 yang berbeda-beda namun seluruhnya diatas 20pm/V . adapun hasil rata-rata nilai d33 adalah sebesar $31,32\text{ C/N}$. Nilai tersebut menunjukkan bahwa material PVDF telah memiliki sifat piezoelektrik yang baik (Thongsanitgarn & Watcharapasorn, 2010)

Tabel 1. Hasil pengujian d33 menggunakan d33 meter.

Nilai D33 (C/N) pada percobaan yang ke-										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-rata
32,51	30,21	31,78	30,98	30,52	31,05	30,4	31,55	32,13	32,08	31,32

Gambar 3 merupakan tegangan keluaran pada sensor gaya dan sensor PVDF ketika dijatuhkan beban. Garis warna biru menunjukkan tegangan keluaran dari sensor PVDF. Sedangkan garis yang berwarna ungu menunjukkan tegangan keluaran dari sensor gaya. Dari

gambar tersebut dapat terlihat bahwa bentuk sinyal keluaran sensor PVDF dengan sensor gaya PCB piezotronics hampir sama.



Gambar 3. Tegangan keluaran pada sensor PVDF dan sensor gaya PCB piezotronics

Hasil pengujian pemberian beban gaya pada sensor PVDF ditunjukkan pada table 2. Dari tabel tersebut terlihat bahwa semakin besar gaya yang diberikan ke sensor PVDF, maka tegangan keluaran dari PVDF semakin besar. Dari hasil pembebanan bertambah dan berkurang terlihat penyimpangan terbesar adalah 0.35.

Tabel 2. Hasil pengujian pemberian gaya pada sensor PVDF.

Gaya (N)	Tegangan PVDF (V)		Penyimpangan (V)
	Gaya ditambah	Gaya dikurang	
0	0,00	0,00	0
5	0,27	0,35	0.08
10	0,60	0,62	0.02
15	1,03	0,98	0.05
20	1,09	1,09	0
25	1,32	1,67	0.35
30	1,88	1,82	0.06
35	1,99	2,01	0.02
40	2,40	2,63	0.23
45	3,04	2,90	0.14
50	3,43	3,3	0.13

Hasil pengujian sensitivitas PVDF ditunjukkan pada tabel 3. Hasil pada tabel tersebut merupakan hasil perhitungan rata-rata tegangan pada pembebanan gaya dengan besar 10N, 20N, 30N, 40N, dan 50N. Dari hasil perhitungan tersebut terlihat bahwa besarnya sensitivitas ketika sensor PVDF diberi gaya yang berbeda hasilnya tidak berbeda jauh. Terlihat bahwa besarnya sensitivitas antara 0,60-0,63. Dari hasil perhitungan rata-rata sensitivitas, maka dihasilkan besarnya adalah 0,0615V/N.

Tabel 3. Pengujian sensitivitas sensor PVDF

Gaya (F)	Besarnya Tegangan (V) Pada pengujian Ke-										Tegangan Rata-rata (V)	Sensitivitas (V/N)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
10	0,6	0,64	0,58	0,64	0,61	0,56	0,63	0,56	0,68	0,72	0,622	0,0622
20	1,08	1,16	1	1,29	1,19	1,36	1,26	1,23	1,21	1,31	1,209	0,0605
30	1,86	1,79	1,81	1,88	1,85	1,78	1,91	1,83	1,8	1,79	1,83	0,0610
40	2,45	2,51	2,37	2,64	2,32	2,42	2,58	2,22	2,5	2,38	2,439	0,0610
50	3,3	3,1	3,12	3,09	3,2	3,22	3,13	3,07	3,11	3,12	3,146	0,0629
	Rata-rata											0,0615

5 SIMPULAN

Material PVDF yang diregangkan dengan suhu 80°C dan dipolarisasi permukaan dengan tegangan DC sebesar 4KV memiliki nilai rata-rata d33 sebesar 31,32 C/N. Material PVDF tersebut dapat dijadikan sensor gaya dimana bentuk sinyal output PVDF sama dengan sensor gaya PCB piezotronics. Hasil pengujian pembebanan bertambah dan berkurang menunjukkan penyimpangan terbesar adalah 0,35. Sedangkan hasil pengujian sensitivitas besarnya adalah 0,0615V/N.

6 REFERENSI

- Bhavanasi, V., Kusuma, D. Y., & Lee, P. S. (2014). Polarization Orientation , Piezoelectricity , and Energy Harvesting Performance of Ferroelectric PVDF-TrFE Nanotubes Synthesized by Nanoconfinement, 1–8. <https://doi.org/10.1002/aenm.201400723>
- Chang, W., Fang, T., Liu, S., & Lin, Y. (2008). Phase transformation and thermomechanical characteristics of stretched polyvinylidene fluoride, 480, 2007–2009. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2007.07.042>
- Humphreys, A., Wicks, N., & McKinley, G. H. (n.d.). Defined as materials whose properties can be varied controllably in response to, 32–41.
- Piezoelektrik, T., Prananto, D., & Mawarani, L. J. (2016). Karakterisasi Smart Material Polyvinylidene Fluoride (PVDF) sebagai Karakterisasi Smart Material Polyvinylidene Fluoride (PVDF) Sebagai Transduser Piezoelektrik, (January).
- Thongsanitgarn, P., & Watcharapasorn, A. (2010). Electrical And Mechanical Properties Of Pzt/Pvdf 0–3 Composites. *Surface Review and Letters*, 17, 1–7.