

## PENGUJIAN DESAIN MODEL PIEZOELEKTRIK *PVDF* BERDASARKAN VARIASI TEKANAN

Deni Almanda<sup>1\*</sup>, Erwin Dermawan<sup>2</sup>, Ery Diniardi<sup>3</sup>,  
Syawaluddin<sup>2</sup>, Anwar Ilmar Ramadhan<sup>2</sup>

<sup>\*12</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

<sup>345</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah No.27 Jakarta 10510

E-mail: denialmanda58@gmail.com

### ABSTRAK

Piezoelektrik adalah material yang menghasilkan energi listrik berdasarkan pengaruh tekanan yang diberikan. Pada penelitian ini piezoelektrik diaplikasikan dengan memanfaatkan tekanan air hujan, hal ini bertujuan untuk mengurangi penggunaan listrik dari pemerintah untuk skala kecil di rumah tangga. Bahan dasar yang digunakan dalam membuat piezoelektrik adalah baking soda, distilled water dan cream of tartar. Penelitian ini dilakukan dengan menentukan ukuran cetakan piezoelektrik yang terbaik menggunakan CAD Code, yaitu 1 x 1 x 0.5 cm<sup>3</sup>. Selanjutnya dilakukan pembuatan material piezoelektrik dengan mereaksikan beberapa bahan, lalu hasilnya diuji dengan multimeter digital dan osciloscop. Hasil tegangan pada osciloscop berurutan dari tekanan rendah, normal dan tinggi adalah 0.104 DC Volt, 0.496 DC Volt, dan 0.720 DC Volt. Setelah didapatkan hasil tegangan selanjutnya, dilakukan pembuatan rangkaian listrik seri dan menghasilkan tegangan sebesar 2.0 DC Volt, 2.10 DC Volt dan 2.34 DC Volt. Kemudian dibuat rangkaian listrik dan pengujian model piezoelektrik agar dapat diketahui kinerja piezoelektrik pada sistem.

**Kata kunci :** energi, curah hujan, desain, piezoelektrik, pengujian

### ABSTRACT

Piezoelectric is a material that produces electrical energy based on the effect of pressure exerted. In this study piezoelectric pressure applied by utilizing rainwater, it aims to reduce the use of electricity from the government to small-scale households. The basic ingredient used in making the piezoelectric is baking soda, distilled water and cream of tartar. This study was conducted to determine the best size of the piezoelectric mold using CAD Code, i.e. 1 x 1 x 0.5 cm<sup>3</sup>. Furthermore, the manufacturing of a piezoelectric material by reaction of some materials, then the results are tested with a digital multimeter and oscilloscope. Oscilloscope voltage results in a sequence of low pressure, normal and high is 0.104 Volt DC, 0.496 Volt DC and 0.720 Volt DC. Having obtained the results of further tension, be making a series of electrical circuits and generates a voltage of 2.0 Volts DC, 2.10 Volt DC and 2.34 Volt DC. Then made a series of electrical and piezoelectric model testing in order to know the performance of the piezoelectric system.

**Keywords:** energy, rainfall, design, piezoelectric, testing

## PENDAHULUAN

Dengan melihat kondisi alam atau perubahan iklim di Indonesia sekarang, tidak hanya panas matahari yang menjadi permasalahan di bumi Indonesia ini. Hujan juga merupakan kejadian alam yang sangat sering terjadi bahkan seperti pada pulau Jawa karena di wilayah laut Jawa, terjadi anomali suhu muka laut dan wilayah tekanan rendah yang *sporadic* dan sementara sehingga meningkatkan pembentukan awan. Salah satu kota di Indonesia yang sangat memiliki curah hujan yang sangat tinggi yaitu kota Bogor, Jawa Barat. Hampir setiap hari hujan turun dalam setahun (70%) di kota Bogor. Kejadian alam inilah yang terkadang menjadikan suatu permasalahan [Taylor, 2002-Bhattacharjee, 2010]

Dalam proses mengubah suatu energi menjadi bentuk energi lain diperlukan sebuah alat yang disebut dengan Transduser. Dalam pengertian yang lebih luas, transduser kadang-kadang juga didefinisikan sebagai sebagai suatu peralatan yang mengubah gaya atau perpindahan mekanis menjadi sinyal listrik [Stallo, 2010]. Transduser Piezoelektrik merupakan salah satu jenis transduser aktif dengan prinsip kerja pembangkitan listrik dari bahan kristal piezo akibat gaya dari luar. Transduser jenis ini dapat menerima Inputan berupa suara, getaran maupun percepatan dalam cara kerjanya [Krisdiyanto, 2011].

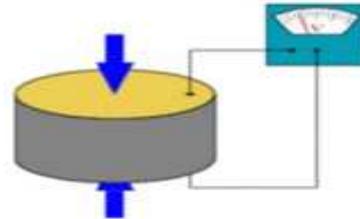
Didalam penelitian ini transduser piezoelektrik dengan luasan tertentu dijadikan sebagai media konversi energi yaitu gaya tekan air hujan yang jatuh menjadi energi listrik. Sehingga nantinya dapat diketahui seberapa besar energi listrik yang dihasilkan. Untuk mengetahui besaran nilai energinya maka dilakukan percobaan simulasi air yang jatuh mengenai transduser piezoelektrik seperti halnya air hujan yang jatuh. Sehingga nantinya dapat diketahui secara optimal daya keluaran dari gaya tekan piezoelektrik menjadi energi listrik.

## LANDASAN TEORI

### Pengertian Piezoelektrik

Pengertian piezoelektrisitas menurut kamus besar bahasa Indonesia digital merupakan arus listrik yang diperoleh dari efek piezoelektrik. Sedangkan efek piezoelektrik terjadi apabila

kristal diberi tekanan mekanis akan menimbulkan arus listrik dan apabila kristal tersebut dilalui arus bolak-balik maka kristal tersebut akan bergetar.



Gambar 1. Cara Kerja Piezoelektrik

[Christianto, 2011]

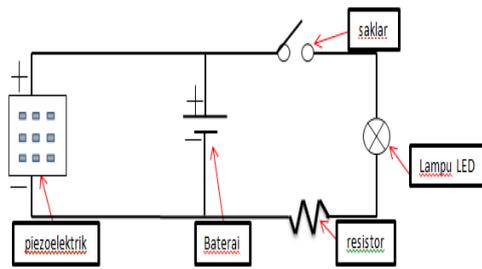
### Bahan Piezoelektrik

Bahan piezoelektrik adalah material yang memproduksi medan listrik ketika dikenai regangan atau tekanan mekanis. Sebaliknya, jika medan listrik diterapkan, maka material tersebut akan mengalami regangan atau tekanan mekanis. Bahan piezoelektrik alami diantaranya: Kuarsa (Quartz,  $\text{SiO}_2$ ), Berlinite, Turmalin, Garam Rossel Berlinite ( $\text{AlPO}_4$ ), gula tebu dan enamel. [Chayri Iby, 2012]. Bahan piezoelektrik buatan diantaranya: Barium titanate ( $\text{BaTiO}_3$ ), Lead Zirconium Titanate (PZT), Lead Titanate ( $\text{PbTiO}_3$ ), Polyvinilidene Difluoride (PVDF), Gallium Ortofosfat ( $\text{GaPO}_4$ ) dan Langasite ( $\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$ ) dan lainnya [Rahayu, 2013].

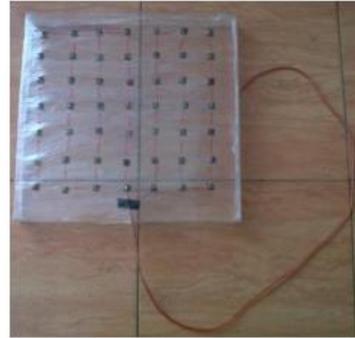
### METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini hasil yang diinginkan adalah bagaimana mengetahui ukuran piezoelektrik yang optimum menggunakan simulasi solidwork dengan variasi piezoelektrik yang berbeda yaitu ukuran 1x1, 3x3, 5x5 cm, dan tebal piezoelektrik 0.5 dan 1 cm, menggunakan bahan piezoelektrik polyvinilidane difluoride (PVDF) [Almanda, dkk, 2014].

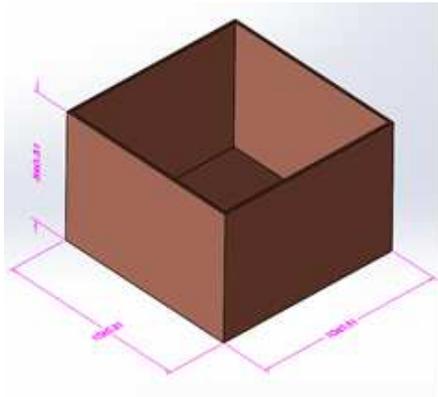
Setelah mendapatkan hasil ukuran dan tebal piezoelektrik yang paling optimum langkah selanjutnya adalah membuat konsep desain alat pemanen energi listrik yang memanfaatkan tekanan air hujan pada piezoelektrik.



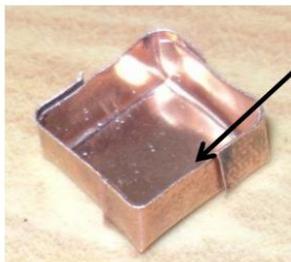
Gambar 2. Rangkaian Listrik Piezoelektrik



Gambar 5. Rangkaian Seri Piezoelektrik



Gambar 3. Desain Cetakan Piezoelectrick



Tekukan

Gambar 4. Cetakan Piezoelektrik Dengan ukuran 1 x 1 x 0.5 cm<sup>3</sup>

Gambar 3 dan Gambar 4 merupakan hasil desain cetakan piezoelectric yang telah dihitung ddengan simulasi CAD (*Computer Aided Design*) yaitu ukuran 1 x 1 x 0.5 cm<sup>3</sup>. Langkah selanjutnya sel piezoelectrick disusun dan rangkai seperti Gambar 5.

### HASIL DAN PEMBAHASAN Pembuatan Rangkaian Listrik Dan Simulasi Piezoelektrik Stress material

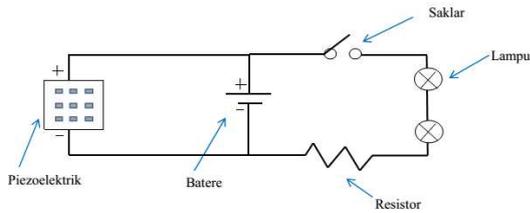
Pembuatan rangkaian listrik dan simulasi piezoelektrik didasarkan dari hasil pengujian piezoelektrik dengan menggunakan tekanan air hujan karena tegangan yang dihasilkan lebih besar atau lebih optimum. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan hasil tegangan (volt) piezoelektrik maksimum sebesar 2.34 DC Volt, namun pada penelitian ini besar tegangan yang digunakan adalah sebesar 2.10 DC Volt yaitu dari hasil tegangan dengan tekanan normal dan didapatkan pula tahanan kabel sebesar 1 Ω. Selanjutnya dilakukan perhitungan daya piezoelektrik adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{V^2}{R} \tag{1}$$

$$P = \frac{2.10^2}{1}$$

$$P = 4.41 \text{ Watt}$$

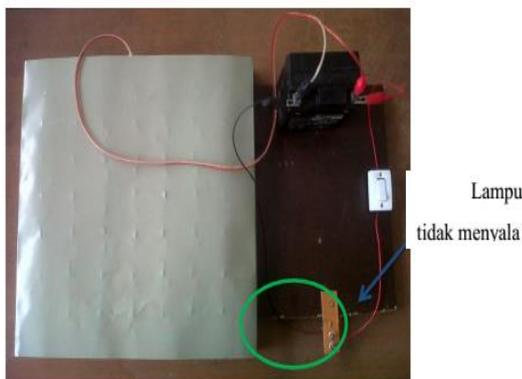
Hasil daya yang diperoleh sebesar 4.41 Watt merupakan daya yang memiliki tegangan (volt) sesaat yaitu merupakan tegangan sementara. Oleh karena itu, agar dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari, maka diperlukan tempat penyimpanan arus seperti baterai untuk menampung arus listrik tersebut. Berikut ini adalah gambar rangkaian piezoelektrik hingga bisa diaplikasikan atau digunakan untuk keperluan sehari-hari, misalnya lampu untuk menerangi ruangan.



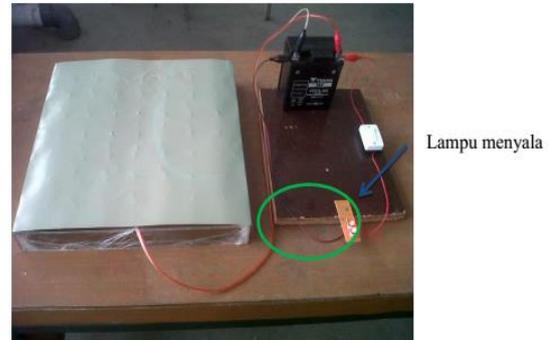
Gambar 6. Rangkaian Listrik Piezoelektrik

Berdasarkan gambar diatas piezoelektrik dirangkai dengan kabel dengan batere, saklar, resistor dan lampu. Rangkaian pertama piezoelektrik dihubungkan dengan batere, hal ini agar arus yang dihasilkan oleh piezoelektrik dapat disimpan terlebih dahulu di dalam batere yang selanjutnya dapat digunakan atau disalurkan ke alat listrik yang diperlukan, misalnya lampu. Selanjutnya rangkaian dihubungkan dengan saklar, hal ini dilakukan untuk dapat memutus dan menyambungkan arus listrik. Rangkaian juga dihubungkan ke 2 lampu LED (lampu LED yang digunakan memiliki tegangan sebesar 2.5 volt), hal ini dilakukan agar dapat mendeteksi bahwa ada atau tidaknya arus listrik yang mengalir didalam rangkaian tersebut. Selain itu, lampu juga digunakan untuk mensimulasikan pengaplikasian atau penggunaan (pemanfaatan) listrik dari piezoelektrik untuk keperluan sehari-hari. Dalam rangkaian ini juga dihubungkan resistor untuk menurunkan tegangan dari batere sebesar 12 volt menjadi 5 volt ( $2.5 \text{ volt} \times 2 \text{ lampu LED}$ ) untuk menyalakan lampu.

Berikut ini adalah gambar rangkaian listrik dan simulasi piezoelektrik yang diaplikasikan pada lampu LED yang bertegangan 2.5 volt:



Gambar 7. Rangkaian Listrik dan Simulasi Piezoelektrik Pada Posisi OFF



Gambar 8. Rangkaian Listrik dan Simulasi Piezoelektrik Pada Posisi ON

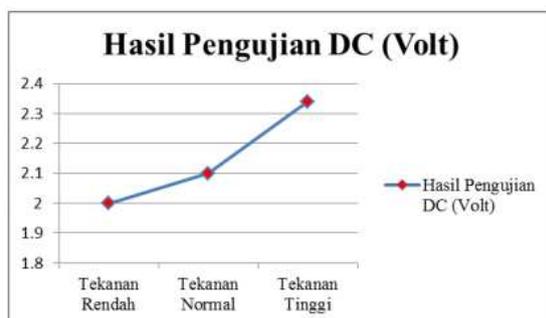
**Perbandingan Hasil Pengujian Listrik Piezoelektrik (Menggunakan Tekanan Air Hujan) Dengan Pengujian Lain (Menggunakan Tekanan Pegas dan Putaran Disk)**

Hasil pengujian listrik piezoelektrik yang menggunakan tekanan air hujan dibandingkan dengan pengujian lain yaitu menggunakan tekanan pegas dan putaran disk (Andy Noven Krisdianto, 2011). Pada penelitian Andy Noven Krisdianto, 2011, Studi karakteristik energi yang dihasilkan mekanisme vibration energy harvesting dengan metode piezoelectric untuk pembebanan frontal dan lateral, dalam penelitian tersebut menjelaskan bahwa hasil pengujian piezoelektrik menggunakan tekanan pegas dan putaran disk adalah sebagai berikut :



Gambar 9. Perbandingan Voltase Bangkitan Arah Pembebanan Frontal Dan Lateral [Krisdianto, 2011]

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa hasil maksimum dari pengujian piezoelektrik tekanan pegas dan putaran disk dengan voltase bangkitan arah pembebanan frontal dengan putaran motor dari 100 rpm hingga 400 rpm secara berturut-turut adalah 46.623 mV, 55.84 mV, 64.157 mV, 73.943 mV, 84.887 mV, 93.793 mV, dan 107.68 mV. Sedangkan voltase bangkitan yang dihasilkan pada mekanisme piezoelectric material arah pembebanan lateral dengan putaran motor dari 100 rpm hingga 400 rpm secara berturut-turut adalah 52.427 mV, 62.303 mV, 74.017 mV, 81.22 mV, 94.513 mV, 109.533 mV, dan 124.813 mV. Dapat disimpulkan bahwa pembebanan piezoelectric material arah lateral memiliki voltase bangkitan lebih besar dibandingkan dengan arah pembebanan frontal. (Andy Noven Krisdianto, 2011, Studi Karakteristik Energi Yang Dihasilkan Mekanisme Vibration Energy Harvesting Dengan Metode Piezoelectic Untuk Pembebanan Frontal Dan Lateral). Sedangkan hasil pengujian piezoelektrik dengan menggunakan tekanan air hujan ditunjukan pada Gambar 10. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa hasil pengujian listrik material piezoelektrik yang menghasilkan tegangan tertinggi adalah dengan menggunakan air yang bertekanan tinggi yaitu sebesar 2.34 DC Volt.



Gambar 10. Hasil Pengujian Listrik Rangkaian Seri Piezoelektrik Dengan Menggunakan Oscilloscop Digital

Dari perbandingan grafik di atas (Gambar 9 dan Gambar 10) menunjukkan bahwa tegangan

yang dihasilkan dari pengujian piezoelektrik menggunakan tekanan air hujan sebesar 2.34 DC Volt  $\approx$  2340 mV lebih besar dari pengujian piezoelektrik menggunakan tekanan pegas dan putaran disk dengan voltase bangkitan arah pembebanan frontal sebesar 107.68 mV  $\approx$  0.10768 Volt dan dengan voltase bangkitan arah pembebanan lateral sebesar 124.813 mV  $\approx$  0.1248 Volt.

Karena hasil pengujian piezoelektrik menggunakan tekanan air hujan lebih besar dari hasil pengujian piezoelektrik menggunakan tekanan pegas dan putaran disk baik dengan dengan voltase bangkitan arah pembebanan frontal maupun lateral, hal tersebut menunjukkan bahwa penelitian piezoelektrik dengan menggunakan tekanan air hujan dapat menghasilkan tegangan (volt) yang lebih efektif dan lebih optimal serta dapat menjadi acuan untuk penelitian piezoelektrik selanjutnya.

## KESIMPULAN

Pengaplikasian tekanan air menggunakan selang air pada piezoelektrik menghasilkan 2.10 DC Volt  $\approx$  4.41 Watt. Nilai ini menunjukkan bahwa pada pengujian piezoelektrik yang dilakukan hanya menghasilkan 1% dari hasil optimum piezoelektrik yaitu sebesar 24.304 DC Volt  $\approx$  590.684 Watt. Hasil ini juga menunjukkan bahwa pada pemberian tekanan piezoelektrik dengan menggunakan selang air belum memanfaatkan permukaan piezoelektrik dengan optimal.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Jakarta, yang telah memberikan dana hibah penelitian untuk mengembangkan penelitian mengenai desain pengembangan pembangkit hujan berbasis air hujan pada tahun 2016.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Almanda, D., Dermawan, E., Ramadhan, A. I., Diniardi, E., Fajar, A. N., 2014, *Analisis Desain Optimum Model Piezoelektrik PVDF Untuk Sumber Pembangkit Listrik Air Hujan Berskala Mini*, Prosiding Semnastek 2014, Universitas Muhammadiyah Jakarta
- Bhattacharjee, 2010, *Solar Rains Wind Ligthning Energy Source Power Generation System*, International Journal of Computer and Electrical Engineering, Vol 2. No 2.
- Chayri Iby, Arsal, dkk. 2012. *Studi Awal Proses Pemolangan Dan Karakterisasi Sifat Listrik Terhadap Bahan Piezoelektrik Ramah Lingkungan BNT-BT-BKT*. FMIPA Universitas Andalas, Padang.
- Christianto, Paulus, dkk. 2011. *Piezo Vibration Sensor*. Universitas Kristen Maranatha. Bandung.
- Krisdianto, A. N., 2011. *Studi Karakteristik Energi Yang Dihasilkan Mekanisme Vibration Energy Harvesting Dengan Metode Piezoelectric Untuk Pembebanan Frontal Dan Lateral*, Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Kunu, P. J., 2012, *Efektivitas Indeks Erosivitas Hujan Dalam Memprediksi Erosi Tanah Di Pulau Ambon*, Jurnal Ekologi dan Sains, Vol 01 No 01
- Rahayu, Sonya, dkk. 2013. *Sintesis Bahan Piezoelektrik BNT-BT Dengan Penambahan Ta2O5 Menggunakan Metode Solid State Reaction*. FMIPA Universitas Andalas. Padang.
- Stallo, dkk, 2010, *ICT Applications in Green and Renewable Energy Sector*, Workshops on Enabling Technologies
- Taylor and Van Doren, 2002, *Evaluating the Case For Renewable Energy Is Government Support Warranted*, Policy Analysis, No 422