

## ANALISIS DESAIN OPTIMUM MODEL PIEZOELEKTRIK *PVDF* UNTUK SUMBER PEMBANGKIT LISTRIK AIR HUJAN BERSKALA MINI

Deni Almanda<sup>1,\*</sup>, Erwin Dermawan<sup>2</sup>, Anwar Ilmar Ramadhan<sup>3</sup>,  
Ery Diniardi<sup>4</sup>, Achmad Nuril Fajar<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

<sup>3,4,5</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah No.27 Jakarta 10510

\*denialmanda58@gmail.com

### ABSTRAK

Indonesia memiliki dua kondisi musim, salah satunya yaitu musim hujan. Curah hujan di beberapa wilayah memiliki curah hujan yang tinggi, dari kondisi inilah dapat dimanfaatkan sebagai penghasil energi alternatif, dari rintik air hujan menjadi energi listrik. Bahan piezoelektrik yang mampu mengubah energi mekanik menjadi energi listrik menjadi sumber utama bahasan di dalam penelitian ini. Pada penelitian ini dilakukan desain piezoelektrik untuk mengetahui ukuran piezoelektrik yang optimum menggunakan simulasi CAD, dengan menggunakan variasi piezoelektrik yang berbeda yaitu ukuran 1x1, 3x3, 5x5 cm, dan tebal piezoelektrik 0.5 cm, menggunakan bahan piezoelektrik *Polyvinilidane Diflouride* (PVDF). Dari penelitian ini didapat desain piezoelektrik yang optimum adalah dari ukuran 1x1 cm dan tebal piezoelektrik 0.5 cm, dengan tekanan 10 N/m<sup>2</sup> menghasilkan nilai stress material paling tinggi yaitu 3.92 N/m<sup>2</sup>.

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

### ABSTRACT

Indonesia has two seasons conditions, one of which is the rainy season. Rainfall in some areas has high rainfall, from this condition can be used as an alternative energy producer, from the patter of rain water into electrical energy. Piezoelectric materials are able to convert mechanical energy into electrical energy a major source of discussion in this research. In this research design to determine the size of the piezoelectric optimum use CAD simulation, using piezoelectric different variations of that size 1x1, 3x3, 5x5 cm, and 0.5 cm thick piezoelectric, using piezoelectric materials *Polyvinilidane Diflouride* (PVDF). From this research obtained piezoelectric optimum design is of a size of 1x1 cm and 0.5 cm thick piezoelectric, with a pressure of 10 N / m<sup>2</sup> generate the highest value material stress is 3.92 N / m<sup>2</sup>.

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

### 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

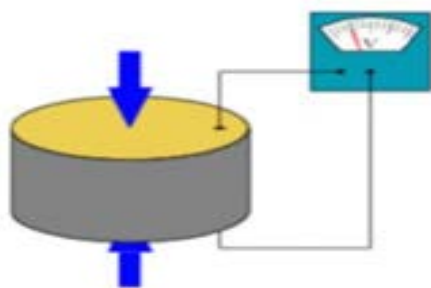
hujan yang sangat tinggi yaitu kota bogor, jawa barat. Hampir setiap hari hujan turun dalam setahun (70%) di kota bogor. Kejadian alam inilah yang terkadang menjadikan suatu permasalahan.

Dalam penelitian ini akan mencoba mengambil permasalahan ini untuk menjadikan sebuah solusi atau memanfaatkan tekanan air hujan sebagai pembangkit energi listrik berdaya mini, dalam solusi ini dapat menggunakan teknologi piezoelektrik. Piezoelektrik adalah material yang dapat merubah energi mekanik menjadi energi listrik. Pada penelitian ini akan membuat konsep desain awal dari alat pemanen energi listrik yang memanfaatkan tekanan air hujan pada piezoelektrik, yang akan di aplikasikan dengan menggunakan perangkat lunak *SOLIDWORKS*.

**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

**Bahan Piezoelektrik**

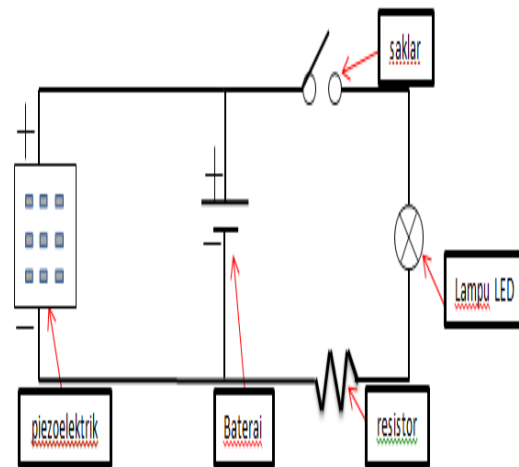
Bahan piezoelektrik adalah material yang memproduksi medan listrik ketika dikenai regangan atau tekanan mekanis. Sebaliknya, jika medan listrik diterapkan, maka material tersebut akan mengalami regangan atau tekanan mekanis. Bahan piezoelektrik alami diantaranya: Kuarsa (Quartz, SiO<sub>2</sub>), Berlinite, Turmalin, Garam Rossel Berlinite (AlPO<sub>4</sub>), gula tebu dan

enamel. Bahan piezoelektrik buatan diantaranya: Barium titanate (BaTiO<sub>3</sub>), Lead Zirconium Titanate (PZT), Lead Titanate (PbTiO<sub>3</sub>), Polyvinilidene Diflouride (PVDF), Gallium Ortofosfat (GaPO<sub>4</sub>) dan Langasite (La<sub>3</sub>Ga<sub>5</sub>SiO<sub>14</sub>) dan lainnya.

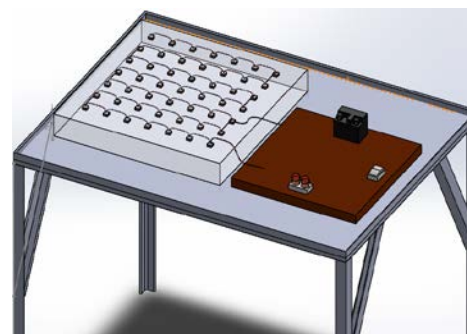
**METODE PENELITIAN**

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 diflouride (PVDF).

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



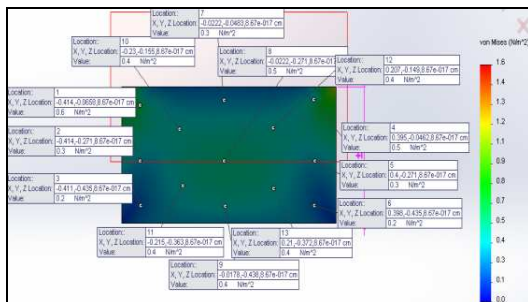
Gambar 3. Konsep Desain Alat Pemanen Energi Listrik

Data yang di peroleh dari pengujian simulasi piezoelektrik, dengan menggunakan *software SOLIDWORKS 2013* kemudian data tersebut dilimpahkan dalam bentuk grafik dan tabel, sehingga nantinya dapat dikaitkan hasil eksperimental alat uji dengan perbedaan pada hasil eksperimental simulasi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil uji material piezoelektrik menggunakan simulasi *solidworks* Stress material**

Adalah nilai *stress* material setelah mendapat tekanan dengan acuan nilai *yield strength* pada material tersebut. Pada simulasi ini diambil tiga belas letak titik secara acak yakni pada pusat sumbu daya piezoelektrik yang berada pada tiap – tiap titik lapisan piezoelektrik, karena merupakan bagian utama pada pembangkit listrik mini ini. untuk mengetahui nilai hasil tekanan (pressure) pada piezoelektrik yaitu dengan cara membelahnya, seperti Gambar 4. dibawah ini:



Gambar 4. Nilai Stress Material Dengan Ukuran 1x1x0.5 Cm<sup>3</sup> Dan Tekanan 1 Pa

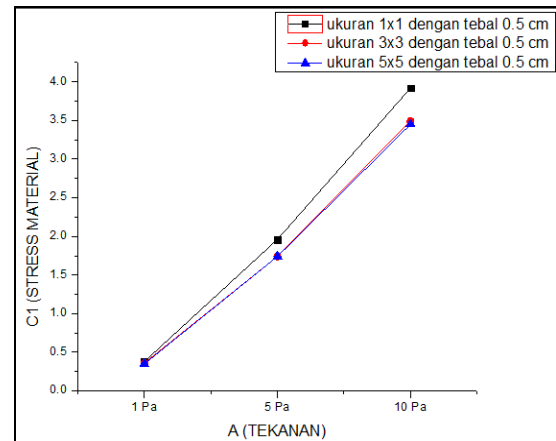
Setelah mendapatkan nilai stress material dari tiap – tiap ukuran dan tekanan, langkah selanjutnya adalah menjumlahkan dan mendapatkan nilai rata – ratanya. Yang kemudian nilai – nilai tersebut dilimpahkan dalam bentuk tabel dan grafik seperti dibawah ini:

Tabel 1. Nilai Stress Material dari masing-masing ukuran piezoelektrik pada tebal 0.5 cm

Variasi (cm <sup>3</sup> )	Tekanan yang diberikan		
	1 (N/m <sup>2</sup> )	5 (N/m <sup>2</sup> )	10 (N/m <sup>2</sup> )
	nilai stress material rata2		
1 x 1 x 0.5	0.38	1.96	3.92

3 x 3 x 0.5	0.36	1.74	3.49
5 x 5 x 0.5	0.35	1.74	3.45

Dengan menggunakan data Tabel 1 diatas dapat dibuatkan grafik nilai stress material dari masing-masing ukuran piezoelektrik, dapat dilihat pada Gambar 5.



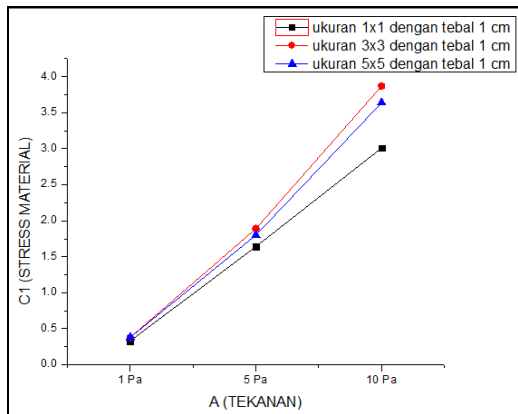
Gambar 5. Grafik Nilai Stress Material untuk tebal 0.5 cm

Dari hasil tabel dan grafik di atas didapatkan hasil yang optimum adalah dari ukuran 1x1 cm dengan tebal 0,5 cm dan tekanan 10 N/m<sup>2</sup> menghasilkan nilai *stress* material paling tinggi yaitu 3.92 N/m<sup>2</sup>.

Tabel 2. Nilai Stress Material dari masing-masing ukuran piezoelektrik pada tebal 1 cm

Variasi (cm <sup>3</sup> )	Tekanan Yang Diberikan		
	1 (N/m <sup>2</sup> )	5 (N/m <sup>2</sup> )	10 (N/m <sup>2</sup> )
	Nilai stress material rata – rata		
1 x 1 x 1	0.33	1.64	3.01
3 x 3 x 1	0.38	1.89	3.87
5 x 5 x 1	0.38	1.8	3.64

Dengan menggunakan data Tabel 2 diatas dapat dibuatkan grafik nilai stress material dari masing-masing ukuran piezoelektrik, dapat dilihat pada Gambar 6.



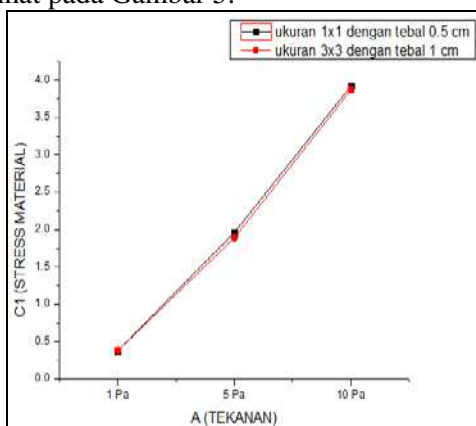
Gambar 6. Grafik Nilai Stres Material untuk tebal 1 cm

Dari hasil tabel dan grafik di atas didapatkan hasil yang optimum adalah dari ukuran 3x3 cm dengan tebal 1 cm dan tekanan 10 N/m<sup>2</sup>, menghasilkan nilai *stress* material paling tinggi yaitu 3.87 N/m<sup>2</sup>.

Tabel 3. Nilai Stress Material Dari Dua Ukuran Terbaik

Variasi (cm <sup>3</sup> )	Tekanan Yang Diberikan		
	1 (N/m <sup>2</sup> )	5 (N/m <sup>2</sup> )	10 (N/m <sup>2</sup> )
	<b>Nilai stress material rata – rata</b>		
1 x 1 x 0.5	0.38	1.96	3.92
3 x 3 x 1	0.38	1.89	3.87

Dengan menggunakan data Tabel 3 diatas dapat dibuatkan grafik nilai stress material dari masing-masing ukuran piezoelektrik, dapat dilihat pada Gambar 5.

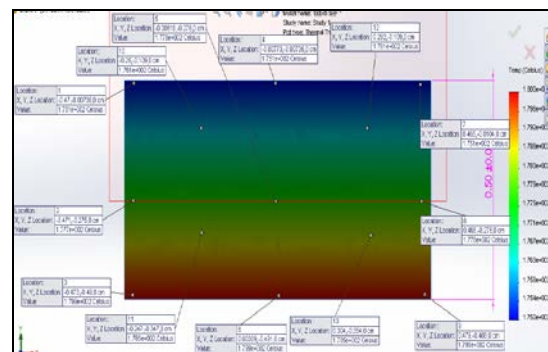


Gambar 7. Grafik Nilai Stress Material Dari Dua Ukuran Terbaik

Dari hasil tabel dan grafik di atas didapatkan hasil yang optimum dari 2 ukuran terbaik yaitu 1x1 dengan tebal 0.5 dan tekanan 10 N/m<sup>2</sup> dan 3x3 cm dengan tebal 1 cm dan tekanan 10 N/m<sup>2</sup>, adalah 1x1 dengan tebal 0.5 dan tekanan 10 N/m<sup>2</sup> yaitu menghasilkan 3.92 N/m<sup>2</sup>

**Thermal Material**

Adalah nilai *thermal* material setelah mendapat *temperature* dengan acuan nilai *melting temperature* (suhu leleh) pada material piezoelektrik yaitu 175 – 180 °C. Pada simulasi ini diambil tiga belas letak titik secara acak yakni pada pusat sumbu daya piezoelektrik yang berada pada tiap – tiap titik lapisan piezoelektrik, karena merupakan bagian utama pada pembangkit listrik mini ini. untuk mengetahui nilai hasil *thermal* pada piezoelektrik yaitu dengan cara membelahnya, seperti Gambar 8 dibawah ini :



Gambar 8. Nilai Thermal Material Dengan Ukuran 1x1x0.5 Cm<sup>3</sup> Dan Melting Temperature 175 – 180 °C

Setelah mendapatkan nilai thermal material dari tiap-tiap ukuran dengan suhu leleh 170–180°C, langkah selanjutnya adalah menjumlahkan dan mendapatkan nilai rata – ratanya. Kemudian nilai – nilai tersebut dilimpahkan dalam bentuk tabel dan grafik seperti dibawah ini :

Tabel 4. Nilai Thermal Material piezoelektrik untuk tebal 0.5 cm

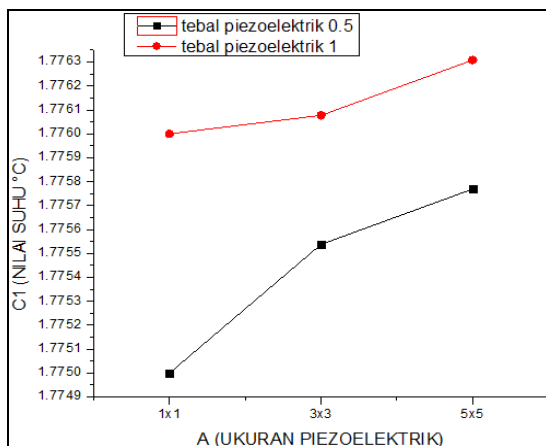
Variasi (cm <sup>3</sup> )	Suhu yang diberikan
	<b>175 – 180 °C</b>
1 x 1 x 0.5	<b>1.775</b>
3 x 3 x 0.5	<b>1.775538</b>

5 x 5 x 0.5	1.775769
-------------	----------

Tabel 5. Nilai Thermal Material piezoelektrik untuk tebal 1 cm

Variasi (cm <sup>3</sup> )	Suhu yang diberikan 175 – 180 °C
1 x 1 x 1	1.776
3 x 3 x 1	1.776077
5 x 5 x 1	1.776308

Dengan menggunakan data Tabel 4 dan 5 diatas dapat dibuatkan grafik nilai stress material dari masing-masing ukuran piezoelektrik, dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Nilai Thermal pada piezoelektrik

Dari hasil kedua tabel dan grafik di atas dengan melting temperature 175 – 180°C didapatkan hasil yang optimum dari 2 ukuran terbaik yaitu 1x1 dengan tebal 0.5 dan 1x1 cm dengan tebal 1 cm, adalah 1x1 dengan tebal 0.5 menghasilkan nilai thermal terendah yaitu 1.775 °C

**KESIMPULAN**

Dari hasil pengujian dan simulasi menggunakan software CAD SOLIDWORKS 2013 dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Piezoelektrik material yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis Polyvinilidene Diflouride (PVDF).
- Dari hasil uji simulasi tekanan (pressure) menggunakan software CAD

SOLIDWORKS 2013 didapatkan hasil yang optimum adalah dari ukuran 1x1 cm dengan tebal 0,5 cm dan tekanan 10 N/m<sup>2</sup> menghasilkan nilai stress material paling tinggi yaitu 3.92 N/m<sup>2</sup>.

- Dari hasil uji simulasi thermal menggunakan software CAD SOLIDWORKS 2013 didapatkan hasil yang optimum adalah dari ukuran 1x1 cm dengan tebal 0,5 cm menghasilkan nilai thermal terendah yaitu 1.775 °C.
- dari hasil pengujian listrik pada hasil eksperimen piezoelektrik yang menghasilkan tegangan tertinggi adalah piezoelektrik dengan ukuran 1x1 dengan tebal 0.5 cm, menghasilkan nilai yaitu 0.152 volt.

**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 2015.

**DAFTAR PUSTAKA**

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, Andy Noven. 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.

Rahayu, Sonya, dkk. 2013. *Sintesis Bahan Piezoelektrik BNT-BT Dengan Penambahan Ta2O5 Menggunakan Metode Solid State Reaction*. FMIPA Universitas Andalas. Padang