

## **ANALISIS DAYA PIEZOELEKTRIK MODEL HYBRID SOLAR CELL- PIEZOELECTRIC SKALA RENDAH**

**Ery Diniardi<sup>1</sup>, Syawaluddin<sup>1</sup>, Anwar Ilmar Ramadhan<sup>1,\*</sup>,  
Nurul Hidayati Fithriyah<sup>2</sup>, Erwin Dermawan<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Indonesia

\*Email: anwar.ilmar@umj.ac.id

Diterima: 13 April 2018

Direvisi: 22 Mei 2018

Disetujui: 30 Juni 2018

### **ABSTRAK**

*Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber energi baru dan terbarukan yang belum dikembangkan secara optimal dan besar-besaran digali dan digunakan, terutama energi sel surya dan energi air hujan. Kelebihan dari iklim tropis, yaitu hujan dan panas, sudah seharusnya dikembangkan secara masif dan secara diversifikasi energi. Salah satunya energi air hujan dengan menggunakan Piezoelektrik. Bahan piezoelektrik yang mampu mengubah energi mekanik menjadi energi listrik menjadi sumber utama pembahasan dalam penelitian ini. Besarnya energi yang dapat dihasilkan bergantung secara langsung kepada ukuran membran piezoelektrik, ukuran titik air hujan dan frekuensinya. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan melakukan pengujian secara eksperimental. Sel piezoelectric diukur dan dianalisis daya yang diperoleh berdasarkan pengaruh tekanannya. Hasil yang diperoleh Pick up Piezo electric element diperoleh tegangan terbaik di piezo adalah 0,94 volt dengan waktu kapasitor mengumpulkan energi selama 45 detik.*

**Kata kunci:** *piezoelektrik, energi, hybrid, model, daya*

### **ABSTRACT**

*Indonesia is a country that has a new and renewable energy source that has not been developed optimally and massively excavated and used, especially solar cell energy and rainwater energy. The advantages of tropical climate, namely rain and heat, should be developed in a massive and diversified energy. One of them is rain water energy using Piezoelektrik. Piezoelectric materials capable of converting mechanical energy into electrical energy became the main source of discussion in this study. The amount of energy that can be produced depends directly on the size of the piezoelectric membrane, the size of the rainwater point and its frequency. The method used in this research is to conduct experimental testing. Piezoelectric cells were measured and analyzed for the power obtained under the influence of the pressure. The result obtained Pick up Piezo electric element obtained the best voltage in piezo is 0.94 volts with capacitor time to collect energy for 45 seconds.*

**Keywords:** *piezoelectric, energy, hybrid, model, power*

## PENDAHULUAN

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 (Almanda, 2015, Paulus, 2011, Febrawi, 2013). Transduser Piezoelektrik merupakan salah satu jenis transduser aktif dengan prinsip kerja pembangkitan listrik dari bahan kristal piezo akibat gaya dari luar (Sharma, 2006). Transduser jenis ini dapat menerima Inputan berupa suara, getaran maupun percepatan dalam cara kerjanya (Hananto, 2013).

Karena itu diperlukan energi-energi alternatif selain energi fosil yang dapat digunakan sebagai pengganti energi fosil. Energi yang dikembangkan tersebut haruslah energi baru dan terbarukan. Energi baru dan terbarukan adalah energi yang belum lazim digunakan dimasyarakat serta proses daur ulang atau sumberdayanya mudah dan berlimpah. Energi baru dan terbarukan yang telah dikembangkan didunia umumnya adalah energi yang memiliki karakteristik masing-masing pada setiap wilayah. Seperti Kincir angin pada negara belanda dimana pada wilayah belanda memiliki laju angin yang besar sepanjang tahun (Krisdianto, 2011). Indonesia yang memiliki dua musim yaitu musim panas dan musim hujan, memiliki potensi energi-energi terbarukan dari dua musim tersebut. Yaitu tenaga surya dan tenaga tumbukan dari hujan.

Piezoelektrik adalah sebuah material yang apabila diberi tekanan akan menghasilkan arus listrik Menurut penelitian sebelumnya pengembangan terhadap piezoelektrik sudah diterapkan di beberapa wilayah misalnya Yogyakarta berupa piezoelektrik sebagai sistem deteksi dini gempa, dan sebagai penghasil listrik yang dihasilkan dengan cara memberikan tekanan pada piezoelektrik (Rahayu, 2013). Pengembangan piezoelektrik sebagai penghasil listrik diterapkan dengan beberapa pengaplikasian misalnya diletakan di alas sepatu, bola, alas keset dan pada polisi tidur. Banyaknya pembuatan piezoelektrik di beberapa pengaplikasian mendorong peneliti untuk membuat piezoelektrik dengan memanfaatkan energi alam, hal ini bertujuan

untuk mengurangi penggunaan listrik dari pemerintah.

Indonesia merupakan negara tropis, sehingga membuat Indonesia memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pemanfaatan alam sebagai energi listrik pada musim kemarau dimanfaatkan dengan cara memanfaatkan panas matahari sebagai energi yang disimpan pada siang hari dan dimanfaatkan atau digunakan sebagai listrik pada malam hari. Namun, pada musim hujan belum ada pemanfaatan energi yang dapat dimanfaatkan atau digunakan sebagai energi listrik. Sehingga dalam hal ini peneliti bermaksud memanfaatkan energi yang dihasilkan dari tekanan air hujan yang turun dari langit sebagai energi tekan pada piezoelektrik. Dengan bantuan tekanan air hujan pada piezoelektrik, maka piezoelektrik dapat menghasilkan energi listrik yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari, seperti penerangan (Widodo, dkk, 2015).

Selain itu energi matahari dapat dimanfaatkan dengan bantuan peralatan lain, yaitu dengan merubah radiasi matahari kebentuk lain. Ada dua macam cara merubah radiasi matahari ke dalam energi lain, yaitu melalui solar cell dan collector. Tidak diragukan lagi bahwa energi surya adalah salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi, dan juga sumber energinya banyak tersedia di alam (Almanda, dkk, 2016).

Oleh karena itu penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk memanfaatkan potensi energi surya yang tersedia dilokasi-lokasi tersebut merupakan solusi yang tepat (Ramadhan, dkk, 2016).

PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (sel Photovoltaic) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, dan lainnya. Sehingga hal ini dipandang perlu untuk dikaji lebih lanjut. Agar diperoleh kajian yang komprehensif secara teknik (Ubaidillah, dkk, 2012).

Diniardi, dkk (2017) telah melakukan penelitian mengenai analisis desain pickup piezoelektrik dari model hybrid solar cell-piezoelectric untuk daya rendah, hasil yang diperoleh adalah perhitungan gaya aksi dan reaksi pada posisi piezoelektrik perlu dilakukan untuk mengetahui pola sebaran hujan ke piezoelektrik membran, sehingga dapat ditentukan jumlah piezoelektrik yang akan digunakan dalam model Hybrid. Hasil perhitungan analisis sebaran gaya diperlukan tambahan adjuster sebagai pembuat kondisi stabil pada susunan piezoelektrik.

Syawaluddin, dkk (2017) melakukan analisis desain optimum model hybrid solar cell-piezoelectric dengan cad program dengan hasilnya yaitu Hasil perhitungan analisis sebaran gaya diperlukan tambahan adjuster sebagai pembuat kondisi stabil pada susunan piezoelektrik, yaitu 5,33 buah 6 Buah dan kebutuhan Piezo 23.48 buah 24 Buah.

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 energi-nya maka dilakukan analisis daya pick up Piezoelektrik pada elemen dari model *Solar Cell-Piezoelectric*, agar dapat diketahui daya yang diperoleh.

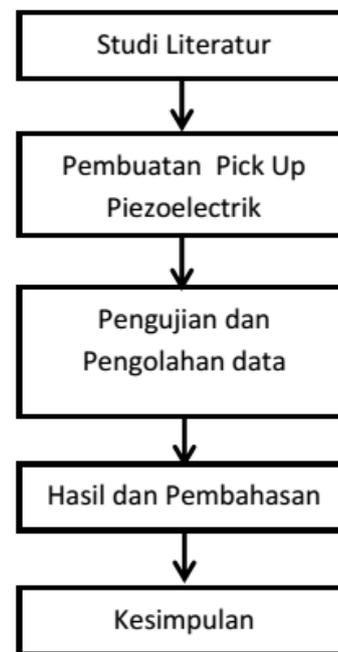
## METODE PENELITIAN

Metodologi atau pendekatan yang akan dilakukan adalah pemodelan awal dari piezoelectric untuk membran piezoelektrik dan sel surya sebagai media penghasil energi listrik yang bersumber dari pengaruh gaya tekan atau tumbukan yang bersumber dari rintik air hujan dan juga sinar matahari Langkah-langkah metodologinya, sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur dan melakukan analisis berdasarkan data-data awal dari penelitian mengenai pembuatan membran piezoelektrik dan juga mengenai perubahan energi listrik yang bersumber dari gaya tekan yang pernah dilakukan dan studi literatur mengenai sel surya yang akan digunakan.

2. Melakukan perhitungan dan analisis Piezoelektrik elemen untuk model Hybrid Solar Cell-Piezoelectric.

Langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

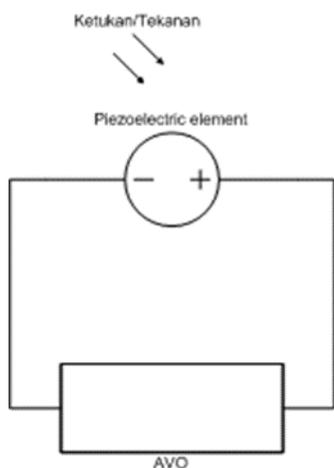
### Analisis Daya pada Piezoelectric Elemen

Proses analisa dan percobaan selanjutnya adalah Percobaan tenaga hujan dengan material Piezoelectric element yang difungsikan sebagai pick up Piezoelectric pada gitar Akustik. Piezoelectric element ini Menterjemahkan getaran dari gitar menjadi aliran listrik lalu dikuatkan kembali dengan amplifier sehingga menghasilkan suara gitar yang lebih besar. Dalam Percobaan kali ini akan dibahas membuat material piezoelectric sebagai material penghasil listrik. Untuk mengetahui daya dari piezoelectric yang dihasilkan dalam percobaan akan dilakukan dengan getaran dari ketukan dan tekanan dari tangan. Dapat dilihat pada Gambar 2.

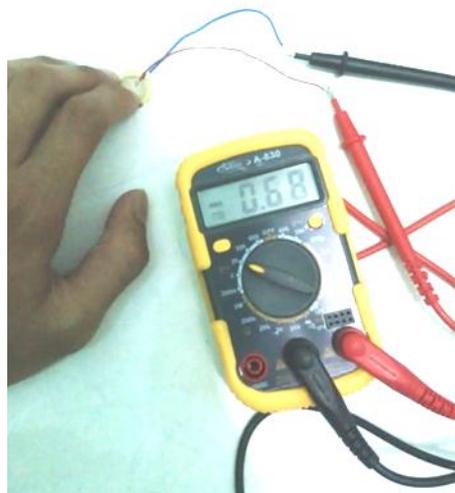


**Gambar 2.** Pick up Piezoelectric element

Pada analisa ini akan dilakukan percobaan dengan dua jenis parameter yaitu frekuensi dan tekanan. Percobaan ini akan dilakukan dengan ketukan dan tekanan tangan. Percobaan ini ditujukan untuk menentukan Piezoelectric akan bekerja efektif pada tekanan tinggi atau frekuensi tinggi serta metode manakah yang terbaik dalam membentuk arus listrik, Gambar 3 dan Gambar 4.



**Gambar 3.** Ilustrasi rangkaian percobaan



**Gambar 4.** Percobaan piezoelectric element

Pada analisa ini dilakukan dengan mengetuk piezo dengan Paramater frekuensi ketukan tangan, untuk mengetahui besar tegangan yang dapat dihasilkan. Berikut ini hasil percobaan yang dilakukan, dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Percobaan piezoelectric element (frekuensi)

No	Parameter	Vmax(sesaat)	Status	Alat Ukur
1	Frekuensi Rendah	0.24 V	Unstable	AvoMeter
2	Frekuensi Sedang	0.44 V	Unstable	
3	Frekuensi Tinggi	0.66 V	Unstable	

Pada Hasil Percobaan diatas terlihat bahwa dengan ketukan tangan frekuensi tinggi hanya dapat menghasilkan sampai dengan 0.66 Volt. Dan Hasil tegangan tidak stabil seiring dengan frekuensi. Pada analisa ini dilakukan dengan mengetuk piezo dengan Paramater Tekanan berulang tangan, untuk mengetahui besar tegangan yang dapat dihasilkan. Berikut ini hasil percobaan yang dilakukan (Tabel 2).

**Tabel 2.** Hasil Percobaan piezoelectric element (tekanan)

No	Parameter	Vmax(sesaat)	Status	Alat Ukur
1	Tekanan Rendah	1.84 V	Unstable	AvoMeter
2	Tekanan Sedang	2.21 V	Unstable	
3	Tekanan Tinggi	2.94 V	Unstable	

Pada Hasil Percobaan diatas terlihat bahwa dengan tekanan tangan berulang tinggi dapat

menghasilkan sampai dengan 2.94 Volt. Dan Hasil tegangan tidak stabil seiring dengan frekuensi tekanan.

Berdasarkan hasil analisa dari satu piezoelectric element pada pembahasan diatas, hasil tegangan piezoelectric element tidak stabil. Ketidakstabilan tegangan ini membuat daya dari piezoelectric elemen tidak dapat disimpan pada alat penyimpanan tenaga seperti baterai, aki, dll. Untuk mestabilkan daya pada Piezoelectric element ini maka dibentuklah rangkaian penstabil tegangan. Pada rangkaian stabil tegangan terdiri dari beberapa bagian penting yang memiliki peran penting sebagai penstabil tegangan yaitu: Membuat tegangan yang naik dan turun pada piezo menjadi searah menimbulkan tegangan DC, seperti pada Gambar 5-7.



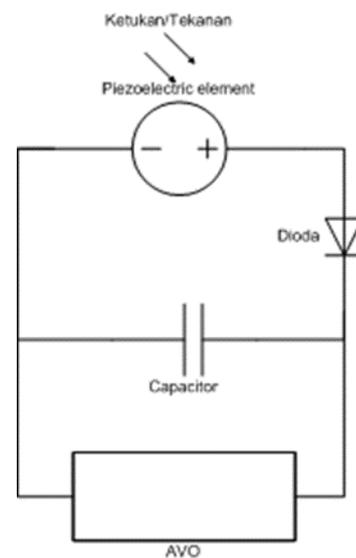
**Gambar 5.** Dioda yang digunakan

Kapasitor pada rangkaian penstabil tegangan ini yang paling berperan. Kapasitor menyimpan tegangan yang tidak stabil dari piezoelectric element dan menyalurkannya kembali dengan stabil. Karena seperti kita ketahui kapasitor juga device yang digunakan untuk safety dari tegangan mendadak pada rangkaian elektronika.



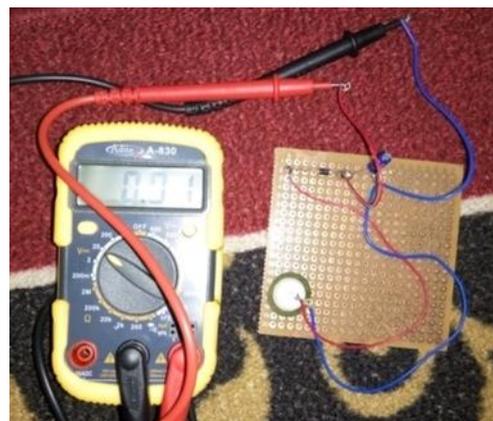
**Gambar 6.** Kapasitor yang digunakan

Dari bagian-bagian tersebut dibentuklah rangkaian penstabil tegangan untuk piezoelectric element. Berikut ini rangkaian yang digunakan pada uji coba penstabil tegangan pada piezoelectric element berikut ini.



**Gambar 7.** Rangkaian Penstabil tegangan

Dalam aktual pengerjaan percobaan menggunakan PCB sebagai dasar rangkaian. Dengan aktualisasi sebagai berikut (Gambar 8).



**Gambar 8.** Percobaan rangkaian penstabil tegangan

Percobaan yang dilakukan dengan sama seperti dengan percobaan tanpa rangkaian penstabil tegangan yaitu dengan parameter frekuensi dan tekanan. Berdasarkan hasil percobaan didapat

hasil sebagai berikut, dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Percobaan piezo with stabilizer

No	Parameter	Vmax	Start Up time	Status	Alat Ukur
1	Frekuensi tinggi	0.21 V	15 s	Stable	AvoMeter
2	Tekanan tinggi	0.33 V	21 s	Stable	
3	Frekuensi sedang & tekanan sedang	0.94 V	45 s	Stable	

Dari hasil percobaan dapat dilihat metode yang terbaik dalam membuat piezo menghasilkan listrik dengan frekuensi dan tekanan sedang. Sehingga kapasitor mampu menyimpan energi listrik yang cukup untuk meningkatkan dan menstabilkan tegangan. Berdasarkan analisis percobaan Pick up Piezo electric element dapat disimpulkan tegangan terbaik yang didapat piezo adalah 0,94 volt dengan waktu kapasitor mengumpulkan energi selama 45 s.

### KESIMPULAN

Dari hasil analisis daya piezoelectric dapat disimpulkan yaitu: Untuk Pick up Piezo electric element diperoleh tegangan terbaik di piezo adalah 0,94 volt dengan waktu kapasitor mengumpulkan energi selama 45 detik.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menghaturkan ucapan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia dan Kopertis Wilayah III serta Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Jakarta, yang telah mendukung dan mendanai penelitian ini melalui Hibah Penelitian Strategis Nasional - Institusi pada tahun 2018 dengan Nomor: 81.SP/K/LPPM-UMJ/V/2018.

### DAFTAR PUSTAKA

Almanda, D., Dermawan, E., Ramadhan, A.I., Diniardi, E., Fajar, A. N., 2015, *Analisis Desain Optimum Model Piezoelektrik PVDF Untuk Sumber Pembangkit Listrik Air Hujan Berskala Mini*, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Semnastek) 2015, Universitas Muhammadiyah Jakarta  
 Almanda, D., Dermawan, E., Diniardi, E., Syawaluddin, Ramadhan, A.I., 2016,

*Pengujian Desain Model Piezoelektrik PVDF Berdasarkan Variasi Tekanan*, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Semnastek) 2016, Universitas Muhammadiyah Jakarta  
 Almanda, D., Dermawan, E., Diniardi, E., Ramadhan, A.I., Hidayat, S., 2016, *Design And Test Equipment Model Rain Water Based Energy Effect of Size of Printed Material of Piezoelectric In Indonesia*, International Journal of Engineering Inventions, Vol. 5 No 7, pp. 48-55  
 Christianto, Paulus, et al. 2011. *Piezo Vibration Sensor*. Universitas Kristen Maranatha. Bandung  
 Diniardi, E, Syawaluddin, Ramadhan, A.I., Isnaini, W., Dermawan, E., Almanda, D., 2017, *Analisis Desain Pickup Piezoelektrik Dari Model Hybrid Solar Cell-Piezoelectric Untuk Daya Rendah*, Jurnal Teknologi, Vol 9 No 2, pp. 83-88, DOI: 10.24853/jurtek.9.2.83-88  
 Febrawi, T., and Daryanto, B. W., 2013. *Vibration Energy Harvesting In Washing Machines with piezoelectric mechanism*, Journal of Engineering of POMITS, Vol. 2 No 1, pp. 1-5  
 Hananto, F. S., et al. 2011. *Application of Piezoelectric Material Film PVDF (Polyvinylide Flouride) As Liquid Viscosity Sensor*, Journal of Neutrino, Vol. 3 No 2, pp. 129-142  
 Krisdianto, A. N., 2011. *Characteristics Study of Energy Produced Vibration Mechanism Piezoelectric Energy Harvesting Methods To Imposition Frontal And Lateral*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya  
 Rahayu, S., et al. 2013. *Piezoelectric Materials Synthesis BNT-BT With the addition of Ta2O5 Method Using Solid State Reaction*. Universitas Andalas. Padang.  
 Ramadhan, A. I, Diniardi, E., Mukti, S.H., 2016, *Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP*, Jurnal Teknik, Vol. 37 No 2, pp. 59-63, DOI: 10.14710/teknik.v37i2.9011  
 Syawaluddin, Diniardi, E., Ramadhan, A.I., Isnaini, W., Almanda, D., Dermawan, E., 2017, *Preliminary Study Of Model Hybrid Solar Cell-Piezoelectric For Low Power In Indonesia*, ARPN Journal of

- Engineering and Applied Sciences, Vol. 12 No 17, pp. 4854-4857
- Syawaluddin, Diniardi, E., Ramadhan, A.I., Almanda, D., Dermawan, E., 2017, *Analisis Desain Optimum Model Hybrid Solar Cell-Piezoelectric Dengan CAD Program*, Prosiding Semnastek
- Sharma. 2006. *Studies on Structural Dielectric and Piezoelectric Properties of Doped PCT Ceramics*. Deemed University. Punjab
- Ubaidillah, Suyitno, dan Juwana, Wibawa Endra, 2012, *Pengembangan Piranti Hibrid Termoelektrik – Sel Surya Sebagai Pembangkit Listrik Rumah Tangga*, Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah, Vol.10 No.2, pp. 194-211
- Widodo, Djoko Adi, Suryono, Tatyantoro A, 2010, *Pemberdayaan Energi Matahari Sebagai Energi Listrik Lampu Pengatur Lalu Lintas*, Jurnal Teknik Elektro Vol. 2 No.2, pp. 133-138

