

## ANALISIS DESAIN OPTIMUM MODEL HYBRID SOLAR CELL- PIEZOELECTRIC DENGAN CAD PROGRAM

Syawaluddin<sup>1</sup>, Ery Diniardi<sup>1</sup>, Anwar Iimar Ramadhan<sup>1</sup>,  
Deni Almanda<sup>2</sup>, Erwin Dermawan<sup>2</sup>

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

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

Jl. Cempaka Putih Tengah No.27 Jakarta 10510

\*E-mail: syawaluddin@ftumj.ac.id

### ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber energi baru dan terbarukan yang belum dikembangkan secara masif, terutama energi sel surya dan energi air hujan. Kelebihan dari Indonesia yang terbentang di garis khatulistiwa adalah memiliki iklim tropis, yaitu hujan dan panas, sudah seharusnya dikembangkan secara masif dan secara diversifikasi energi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan desain model hybrid untuk energi hujan dan energi sel surya, yaitu piezoelektrik dan sel solarcell. Metode penelitian yang dilakukan adalah membuat desain model desain model hybrid untuk energi hujan dan energi sel surya menggunakan bantuan CAD (*Computer Aided Design*) program. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah komposisi susunan dari penggabungan sel piezoelektrik dan sel solarcell untuk model prototype mini yaitu 1 solarcell dan 4 piezoelektrik. Kesimpulan yang didapatkan yaitu desain untuk piezoelectric akan membentuk 4 titik piezoelektrik sebagai tumpuan untuk mengatasi perbedaan gaya resultan yang terjadi, sehingga 1 solarcell ditempatkan ditengah model.

**Kata kunci :** *energi, solarcell, piezoelektrik, desain, hybrid*

### ABSTRACT

Indonesia is a country that has new and renewable energy sources that have not been developed massively, especially solar cell energy and rainwater energy. The advantages of Indonesia that lies on the equator is to have a tropical climate, namely rain and heat, it should be developed in a massive and diversified energy. The purpose of this research is to develop hybrid model design for rain energy and solar cell energy, i.e. piezoelectric and solar cell. The research method is to design a hybrid model design model for rain energy and solar cell energy using the help of CAD (*Computer Aided Design*) program. The results obtained from this research are the composition of the composition of piezoelectric cells and solar cell for mini prototype model that is 1 solar cell and 4 piezoelectric. The conclusion is that the design for piezoelectric will form 4 piezoelectric point as a pedestal to overcome the difference resultant force that occurs, so that 1 solar cell placed in the middle of the model.

**Keywords:** *energy, solar cell, piezoelectric, design, hybrid*

### 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].

Oleh 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]

Didalam penelitian ini transduser piezoelektrik dengan luasan tertentu dijadikan sebagai media konversi energi yaitu gaya tekan air hujan yang jatuh menjadi energi listrik [Diniardi, dkk, 2017]. Sehingga nantinya dapat diketahui seberapa besar energi listrik yang dihasilkan. Untuk mengetahui besaran nilai energi-nya maka dilakukan analisis desain optimum Piezoelektrik pada elemen dari model *Solar Cell-Piezoelectric* dengan bantuan CAD Program.

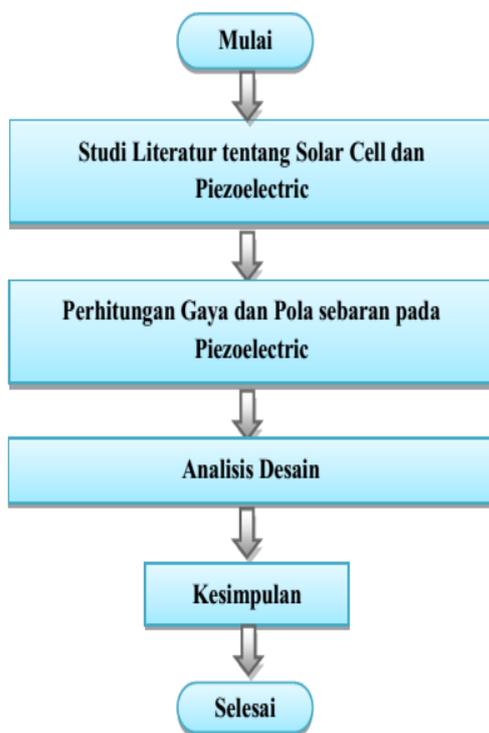
## METODE PENELITIAN

Metodologi atau pendekatan yang akan dilakukan adalah pemodelan awal dari desain yang akan digunakan 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 berdasarkan wilayah di Indonesia.

Langkah-langkah metodologinya, sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur dan melakukan analisis berdasarkan data-data awal dari penelitian mengenai pembuatan membran pizeoelektrik 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 desain optimum pick up Piezoelektrik elemen untuk model Hybrid Solar Cell-Pizeoelectric.

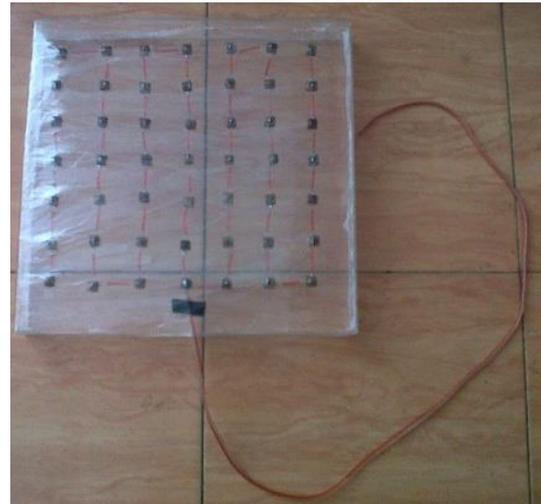
Langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



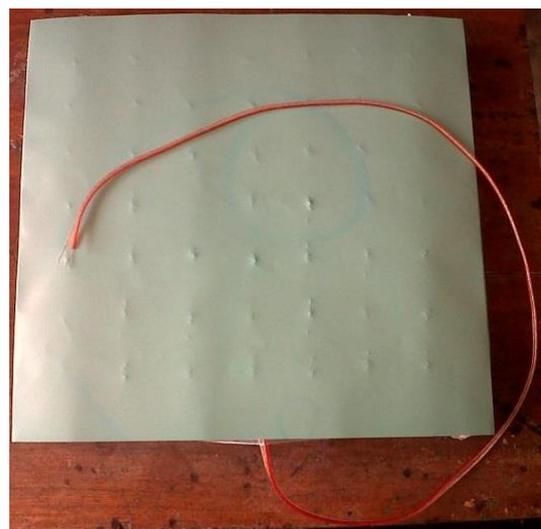
**Gambar 1.** Alur penelitian yang dilakukan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Almanda, dkk, 2016. Desain yang diujicobakan seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3.



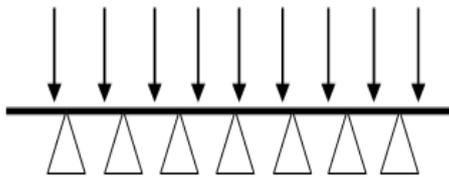
**Gambar 2.** Rangkaian Seri Piezoelektrik Setelah Dilapisi Plastik Mika Transparan (Almanda, dkk, 2016)



**Gambar 3.** Rangkaian Seri Piezoelektrik Setelah Dilapisi Plat Aluminium (Almanda, dkk, 2016)

Berdasarkan desain Gambar 2 dan 3. Terdapat beberapa hal yang akan dilakukan analisis terhadap posisi Piezoelektrik, yaitu:

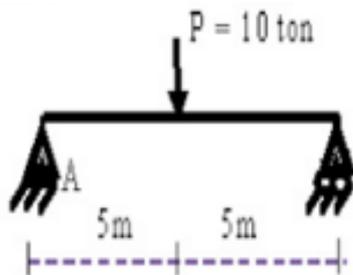
Jika dijabarkan sesuai gambar pada gaya yang terjadi pada sumbu X. Tergambarkan seperti Gambar 4.



**Gambar 4.** Pola sebaran gaya pada Piezoelektrik

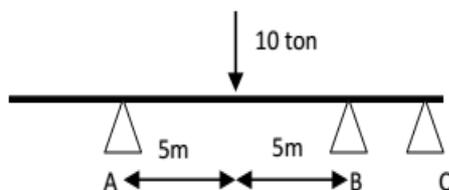
Sesuai yang digambarkan diatas, terlihat 7 piezo yang digunakan sebagai tumpuan untuk menahan gaya yang disebabkan oleh hujan sebagai sumber gaya.

Sesuai dengan perhitungan gaya aksi reaksi dapat digambarkan seperti Gambar 5.



**Gambar 5.** Simulasi gaya aksi reaksi pada tumpuan

Berdasarkan hukum aksi reaksi gaya yang diterima pada bidang y akan bereaksi pada 2 tumpuan terdekat dari gaya yang diterima (nilai p=10 ton dan L= 5 m, diasumsikan). Artinya jika ada tumpuan tambahan pada bagian kanan dan kiri. Tumpuan tersebut tidak menerima momen dari gaya kerja. Jika disimulasikan maka gambar yang terjadi seperti pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Perhitungan simulasi gaya aksi reaksi

Perhitungan gaya dari Gambar diatas dengan menggunakan persamaan:

$$\Sigma MA = 0 \tag{1}$$

Diperoleh hasil sebagai berikut:

$$-RB \cdot 10m + P \cdot 5m = 0$$

$$-RB \cdot 10m + 10 \text{ ton} \cdot 5m = 0$$

$$-RB \cdot 10m + 50 \text{ ton} \cdot m = 0$$

$$-RB \cdot 10m = -50 \text{ ton} \cdot m$$

$$RB = 5 \text{ ton}$$

Dan,

$$\Sigma MB = 0 \tag{2}$$

Diperoleh hasil sebagai berikut:

$$RA \cdot 10m - P \cdot 5m = 0$$

$$RA \cdot 10m - 10 \text{ ton} \cdot 5m = 0$$

$$RA \cdot 10m - 50 \text{ ton} \cdot m = 0$$

$$RA \cdot 10m = 50 \text{ ton} \cdot m$$

$$RA = 5 \text{ ton}$$

Untuk kontrol digunakan persamaan:

$$RA + RB = P \tag{3}$$

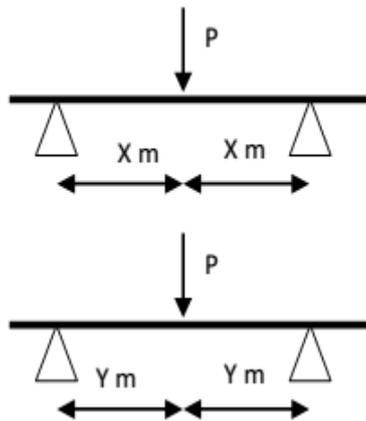
Diperoleh hasil:

$$5 \text{ ton} + 5 \text{ ton} = 10 \text{ ton}$$

$$10 \text{ ton} = 10 \text{ ton}$$

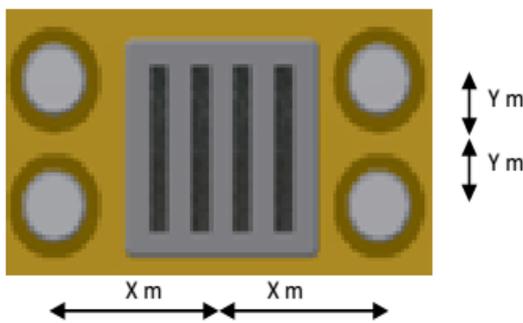
$\Sigma MC = 0$ , Karena gaya momen dari gaya hanya diterima oleh Tumpuan a dan b.

Oleh karena itu dalam penelitian ini akan membentuk desain piezoelektrik dengan rincian gaya pada sumbu x dan y sebagai berikut seperti pada Gambar 7.



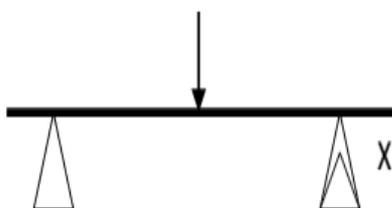
**Gambar 7.** Pola sebaran aksi dan reaksi pada Piezoelektrik

Dimana posisi X dan Y, seperti pada Gambar 8.



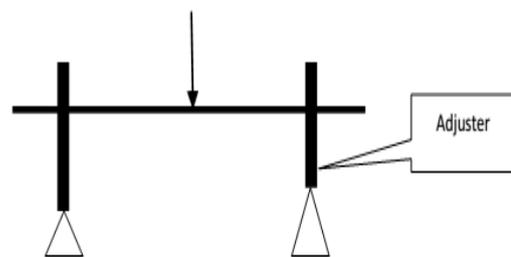
**Gambar 8.** Desain sistem pickup piezo elektrik

Dimana dapat diartikan *base punching* akan diberikan permasing-masing 4 piezo untuk menerima gaya resultan yang lebih baik. Selain dari pembagian gaya momen yang kurang efektif. Pada penelitian sebelumnya pembuatan piezo dibuat melalui cetakan-cetakan yang membuat dimensi piezo memiliki dimensi yang tidak presisi. Sehingga menyebabkan perbedaan tinggi piezo. Seperti Gambar 9 berikut ini.



**Gambar 9.** Simulasi perbedaan tinggi

Pada Gambar 9. Titik X memperlihatkan bahwa perbedaan tinggi akan menyebabkan salah satu pilar piezo tidak akan menerima gaya resultan karena gaya diterima oleh komponen piezo yang berada pada bagian yang lain, sehingga resultan gaya tidak merata. Untuk mengatasi hal tersebut pada desain selanjutnya dilakukan dengan memberikan penyalur gaya dengan jarak tinggi yang bisa diatur. Sehingga perbedaan tinggi pada piezo bisa diatasi, seperti Gambar 10 dibawah ini.



**Gambar 10.** Desain adjuster untuk *punching* piezo

Dengan adanya adjuster perbedaan tinggi pada piezo akan dapat teratasi dan pembagian resultan gaya momen akan tetap stabil. Sehingga dapat disimpulkan desain untuk piezoelectric akan membentuk 4 titik piezo sebagai tumpuan untuk mengatasi perbedaan gaya resultan yang terjadi. Dan juga diberikan adjuster untuk mengatasi perbedaan tinggi pada piezo.

Berdasarkan hasil percobaan didapatkan tegangan yang didapat pada Sel surya XGY 42 x 42 dan *pick up piezo electric element* berdasarkan data tersebut didapat kebutuhan Sel surya dan piezo adalah sebagai berikut:

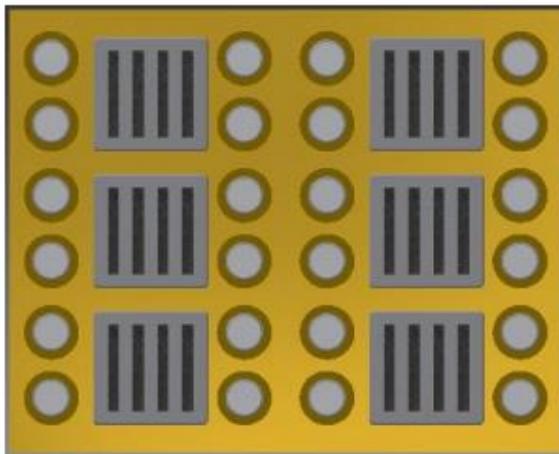
**Tabel 1.** Data percobaan tegangan pada model

| No. | Item           | Tegangan min (V) | Tegangan efektif(V) | Tegangan Average (V) | Target tegangan (V) | qty yg dbthkn |
|-----|----------------|------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| 1   | Solar Cell     | 2.124            | 2.94                | 2.532                | 13.5                | 5.33175355    |
| 2   | Piezo Electric | 0.21             | 0.94                | 0.575                | 13.5                | 23.4782608    |

Tabel perhitungan diatas menunjukkan bahwa kebutuhan solar cell untuk dapat mencharge penyimpanan energi yaitu aki

adalah 5,33 buah  $\approx$  6 Buah dan kebutuhan Piezo 23.48 buah  $\approx$  24 Buah.

Berdasarkan perhitungan diatas dapat dihitung 24 piezo dan 6 Solar cell akan digunakan pada desain system hybrid ini. Jadi dapat diartikan bahwa pada 1 solar cell akan bernilai sama dengan 4 piezo. Jika dalam desain dibagi menjadi 6 bagian yang berdiri sendiri dalam menangkap getaran air hujan maka akan didapat desain dibawah ini:



**Gambar 11.** Model Hybrid

### KESIMPULAN

Dari hasil analisis desain pickup piezoelektrik dapat disimpulkan yaitu: 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, yaitu 5,33 buah  $\approx$  6 Buah dan kebutuhan Piezo 23.48 buah  $\approx$  24 Buah.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan 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 Produk Terapan pada Tahun 2017. Nomor: 0404/K3/KM/2017

### 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., et al, 2017, *Analisis Desain Pickup Piezoelektrik Dari Model Hybrid Solar Cell-Piezoelektrik Untuk Daya Rendah*, Jurnal Teknologi, Vol. 9 No 2, pp. 83-88, DOI: <https://doi.org/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
- 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