

**PENGARUH BERAT BADAN DAN VARIASI RANGKAIAN  
SERI-PARALEL TERHADAP DAYA *PIEZOELECTRIC* PVDF  
(*POLYVINYLIDENE FLOURIDE*)**



**SKRIPSI**

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**MUHAMMAD HAFIZH ALKAUTSAR**

**03041381722097**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA 2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH BERAT BADAN DAN VARIASI RANGKAIAN  
SERI – PARALEL TERHADAP DAYA *PIEZOELECTRIC*  
PVDF (*POLYVINYLIDENE FLOURIDE*)**



**SKRIPSI**

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

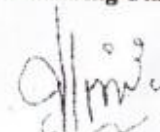
**MUHAMMAD HAFIZH ALKAUTSAR  
03041381722097**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro**



**M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP: 197108141999031005**

**Palembang, 23 September 2021  
Menyetujui,  
Pembimbing Utama**



**Caroline, S.T., M.T.  
NIP : 197701252003122002**

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Hafizh Alkautsar

NIM : 03041381722097

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### PENGARUH BERAT BADAN DAN VARIASI RANGKAIN SERI – PARALEL TERHADAP DAYA *PIEZOELECTRIC* *PVDF (POLYVINYLIDENE FLOURIDE)*

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Palembang

Pada tanggal : 23 September 2021

.....takan,  
  
Hafizh Alkautsar

## LEMBAR PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  \_\_\_\_\_

Pembimbing Utama : Caroline, S.T., M.T.

Tanggal : 23 September 2021

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Hafizh Alkautsar

Nim : 03041381722097

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

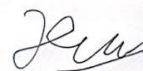
Universitas : Sriwijaya

Hasil Pengecekan

*Software iThenticate/Turnitin : 12%*

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Pengaruh Berat Badan dan Variasi Rangkaian Seri – Paralel Terhadap Daya *Piezoelectric* PVDF (*Polyvinylidene Flouride*)” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata kemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, 23 September 2021



Muhammad Hafizh alkautsar

NIM. 03041381722097

## KATA PENGANTAR

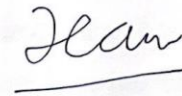
Puji syukur Penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul PENGARUH BERAT BADAN DAN VARIASI RANGKAIAN SERI- PARALEL TERHADAP DAYA *PIEZOELECTRIC* PVDF (*POLYVINYLIDENE FLOURIDE*). Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, para sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari kerjasama dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang tak henti hentinya melimpahkan berkah dan karunia-Nya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S. T., M. Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Caroline, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan serta arahan selalu dengan tulus, ikhlas, dan penuh rasa sabar dalam memberi bimbingan.
5. Seluruh dosen yang telah banyak memberikan ilmu yang bermanfaat dan Staf Jurusan Teknik Elektro Unsri.
6. Kedua orang tua Penulis dr. H. Safyudin, M.Biomed dan Hj. Maya Susanti, S.Pd. Yang tak pernah berhenti mendoakan serta memberi dukungan disetiapkesempatan. Beserta kakak dan adikku, Letda CKM dr. Muhammad Rizki Alkautsar dan Muhammad Raihan Alkautsar yang telah memberi semangat dan doanya dalam pengerjaan skripsi ini.
7. Pacar saya dan teman seperjuangan yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu yang telah membantu dan memberi dukungan selama dalam masa perkuliahan hingga skripsi ini selesai dan pihak-pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan yang luas kepada pembaca, walaupun dalam penulisannya skripsi ini masih terdapat kekurangan karena keterbatasan Penulis. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Terima Kasih.

Palembang, 28 Juli 2021



Penulis

**ABSTRAK**  
**PENGARUH BERAT BADAN DAN VARIASI RANGKAIAN SERI –  
PARALEL TERHADAP DAYA *PIEZOELECTRIC* PVDF  
(*POLYVINYLIDENE FLOURIDE*)**

(Muhammad Hafizh Alkautsar 03041381722097. 2021)

---

Sumber energi dari alam semakin hari semakin berkurang, berdasarkan hal tersebut dibutuhkan suatu sumber energi alternatif berupa *Piezoelectric*. Dibuat suatu prototipe dengan memvariasikan rangkaiannya untuk mengetahui besar daya yang dihasilkan tiap masing – masing rangkaian. Pada penelitian ini, prototipe *Piezoelectric* dirangkai pada sebuah papan PCB dengan komponen utamanya yaitu *Piezoelectric* PVDF (*Polyvinylidene Flouride*) sebanyak 20 buah dan komponen lainnya berupa papan Plywood, pegas, kawat, dan as besi. Prototipe tersebut dibuat seperti alas kaki yang nantinya prototipe tersebut akan dipijakan menggunakan kaki sehingga rangkaian *Piezoelectric* yang telah disusun sedemikian rupa akan menyentuh kawat dan menghasilkan suatu tegangan dan arus. Tegangan yang dihasilkan oleh *Piezoelectric* ini berupa tegangan AC, sehingga digunakan diode bridge sebagai penyearahnya dan juga digunakan lampu LED kecil sebagai indicator dan tempat pengukuran arus. Rangkaian yang digunakan pada prototipe ini antara lain 2 seri 6 paralel, 2 seri 8 paralel, dan 2 seri 10 paralel dirangkai pada satu papan PCB dan untuk mengubah rangkaiannya digunakan tombol switch. Dalam proses pengukurannya digunakan beberapa beban yaitu 54 Kg, 56 Kg, 59 Kg, 62 Kg, dan 65 Kg. Masing – masing berat tersebut akan melakukan percobaan sebanyak tiga kali ditiap rangkaiannya. Hasil pengukuran terbesar didapat pada rangkaian 2 seri 10 paralel dan berat 65 Kg dengan nilai tegangan 3,619 Volt dan nilai arus sebesar 3,26  $\mu\text{A}$  serta besar nilai daya sebesar  $11,797 \times 10^{-6}$  Watt. Hasil pengukuran terkecil didapat pada rangkaian 2 seri 6 paralel dan berat 54 Kg dengan nilai tegangan 1,445 Volt dan nilai arus 1,43  $\mu\text{A}$  serta menghasilkan daya sebesar  $2,066 \times 10^{-6}$  Watt. Besar keluaran daya yang dihasilkan berbanding lurus dengan berat yang digunakan

**Kata Kunci**—Piezoelektrik, Daya, PVDF, Energi Alternatif



**ABSTRACT**  
**EFFECT OF WEIGHT AND VARIATION OF SERIES-PARALLEL**  
**CIRCUIT TO PIEZOELECTRIC PVDF**  
**(POLYVINYLIDENE FLOURIDE)**

(Muhammad Hafizh Alkautsar 03041381722097. 2021)

---

*Energy sources from nature are decreasing day by day, based on this, an alternative energy source in the form of Piezoelectric is needed. A prototype was made by varying the circuit to determine the amount of power produced by each circuit. In this study, the Piezoelectric prototype was assembled on a PCB board with the main components, namely Piezoelectric PVDF (Polyvinylidene Flouride) as many as 20 pieces and other components in the form of Plywood boards, springs, wires, and iron axles. The prototype is made like footwear which later the prototype will be stepped on using feet so that the Piezoelectric circuit that has been arranged in such a way will touch the wire and produce a voltage and current. The voltage generated by this piezoelectric is in the form of AC voltage, so a diode bridge is used as a rectifier and a small LED lamp is also used as an indicator and a place for measuring current. The circuit used in this prototype includes 2 series 6 parallel, 2 series 8 parallel, and 2 series 10 parallel assembled on one PCB board and to change the circuit a switch button is used. In the measurement process, several loads are used, namely 54 Kg, 56 Kg, 59 Kg, 62 Kg, and 65 Kg. Each of these weights will experiment three times in each series. The largest measurement results are obtained in a series of 2 series 10 parallel and weighing 65 Kg with a voltage value of 3.619 Volts and a current value of 3.26 A and a large power value of  $11.797 \times 10^{-6}$  Watts. The smallest measurement results are obtained in a series of 2 series 6 parallel and weighing 54 Kg with a voltage value of 1.445 Volts and a current value of 1.43 A and producing a power of  $2.066 \times 10^{-6}$  Watts. The amount of power produced is directly proportional to the weight used.*

**Keywords** —Piezoelectric, Power, PVDF, Alternative Energy

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN DOSEN .....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR RUMUS .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Pengertian <i>Piezoelectric</i> .....	4
2.2 Bahan <i>Piezoelectric</i> .....	5
2.3 Prinsi Kerja <i>Piezoelectric</i> .....	6
2.4 Implementasi Teknologi <i>Piezoelectric</i> .....	7
2.5 Persamaan <i>Piezoelectric</i> .....	9
2.6 Gaya Yang Bekerja.....	10
2.6.1 Gaya Berat (W).....	10
2.6.2 Tekanan (Pa) .....	11
2.7 Dasar Kelistrikan .....	11
2.7.1 Hukum Ohm.....	11
2.7.2 Hukum Kirchoff I.....	11
2.7.3 Hukum Kirchoff II.....	12
2.7.4 Rangkaian Hubung Seri, Paralel, dan Seri – Paralel .....	13

2.7.5	Daya Listrik .....	14
2.8	Penelitian Sebelumnya .....	16
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>18</b>
3.1	Lokasi Penelitian .....	18
3.2	Waktu Perencanaan Penelitian .....	18
3.2.1	Matriks Perencanaan Tugas Akhir	18
3.3	Metode Penelitian	18
3.4	Diagram Alir Penelitian	19
3.5	Alat dan Bahan	20
3.6	Desain Prototipe Penelitian	23
3.7	Konfigurasi Rangkaian <i>Piezoelectric</i>	25
3.7.1	Rangkaian Seri – Paralel <i>Piezoelectric</i> Polimer PVDF dengan Konfigurasi 2 Seri dan 6 Paralel	25
3.7.2	Rangkaian Seri – Paralel <i>Piezoelectric</i> Polimer PVDF dengan Konfigurasi 2 Seri dan 8 Paralel	26
3.7.3	Rangkaian Seri – Paralel <i>Piezoelectric</i> Polimer PVDF dengan Konfigurasi 2 Seri dan 10 Paralel	27
3.8	Tahapan Penelitian	27
<b>BAB IV HASIL DAN</b>		

## **PEMBAHASAN**

**29**

4.1 Umum  
29

4.2 Data Hasil  
Pengukuran  
30

4.2.1 Data Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan Konfigurasi 2 Seri – 6  
Paralel

.....  
30

4.2.2 Data Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan Konfigurasi 2 Seri – 8  
Paralel

.....  
31

4.2.3 Data Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan Konfigurasi 2 Seri – 10  
Paralel

.....  
31

4.3 Hasil Perhitungan  
Data 32

4.4 Hasil dan  
Analisa  
33

4.4.1 Pembahasan dan Analisa ..... 34

**BAB V PENUTUP ..... 38**

5.1 Kesimpulan..... 38

5.2 Saran ..... 38

## **LAMPIRAN**

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Piezoelectric</i> Material Keramik PZT .....	6
Gambar 2.2 <i>Piezoelectric</i> Material Polimer PVDF .....	6
Gambar 2.3 <i>Piezoelectric</i> Effect .....	7
Gambar 2.4 <i>Piezoelectric</i> Setelah Diberi Tekanan.....	8
Gambar 2.5 <i>Piezoelectric</i> Transduser .....	8
Gambar 2.6 <i>Piezoelectric</i> Acuator.....	9
Gambar 2.7 Hukum Kirchoff I .....	12
Gambar 2.8 Hukum Kirchoff II .....	13
Gambar 2.9 Rangkain Hubung Seri.....	14
Gambar 2.10 Rangkaian Hubung paralel .....	15
Gambar 2.11 Rangkaian Hubung Seri-Paralel.....	15
Gambar 3.1 Desain Prototipe Tampak Atas .....	24
Gambar 3.2 Desain Prototipe Tampak Depan .....	24
Gambar 3.3 Desain Prototipe Tampak Belakang.....	25
Gambar 3.4 Desain Prototipe Tampak Samping .....	25
Gambar 3.5 Rangkaian <i>Piezoelectric</i> Dengan Konfigurasi 2 Seri 6 Paralel .....	26
Gambar 3.6 Rangkaian <i>Piezoelectric</i> Dengan Konfigurasi 2 Seri 8 Paralel .....	27
Gambar 3.7 Rangkaian <i>Piezoelectric</i> Dengan Konfigurasi 2 Seri 10 Paralel .....	27
Gambar 4.1 Pengujian Prototipe Menggunakan Multimeter .....	32
Gambar 4.2 Grafik Berat Badan Terhadap Nilai Arus Pada Masing-Masing Variasi Rangkaian.....	38
Gambar 4.3 Grafik Berat Badan Terhadap Nilai Tegangan Pada Masing-Masing Variasi Rangkaian.....	39
Gambar 4.4 Grafik Berat Badan Terhadap Nilai Daya Pada Masing-Masing Variasi Rangkaian.....	40

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien <i>Piezoelectric</i> PVDF .....	10
Tabel 2.2 Data Penelitian Sebelumnya .....	17
Tabel 3.1 Matriks Perencanaan Tugas Akhir .....	19
Tabel 3.2 Alat dan Bahan .....	21
Tabel 3.3 Pengukuran dan Perhitungan Data.....	30
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan dan Pengukuran Konfigurasi 2 Seri - 6 Paralel.....	33
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan dan Pengukuran Konfigurasi 2 Seri - 8 Paralel.....	34
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan dan Pengukuran Konfigurasi 2 Seri - 10 Paralel.....	35

## **DAFTAR PERSAMAAN**

Persamaan 1 (2.1) .....	10
Persamaan 2 (2.2) .....	10
Persamaan 3 (2.3) .....	11
Persamaan 4 (2.4) .....	11
Persamaan 5 (2.5) .....	11
Persamaan 6 (2.6) .....	12
Persamaan 7 (2.7) .....	13
Persamaan 8 (2.8) .....	13
Persamaan 9 (2.9) .....	16
Persamaan 10 (2.10).....	16
Persamaan 11 (2.11).....	16

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Saat ini energi sangat penting di kalangan masyarakat. Energi baru terbarukan saat ini menjadi perhatian khusus oleh masyarakat dalam menghadapi situasi energi konvensional yang saat ini digunakan oleh global semakin sedikit ketersediaannya dikarenakan kategori energi ini adalah tidak terbarukan. Salah satu sikap dalam perhatian khusus yang dilakukan oleh masyarakat untuk menghadapi menipisnya ketersediaan energi konvensional adalah dengan menciptakan alat-alat yang dapat menghasilkan energi dengan sumber dari energi baru dan terbarukan.

Dalam proses pencarian energi yang baru, banyak ditemukan suatu teknologi baru yang dapat membantu dalam penghasilan energi. Salah satunya ialah transduser, transduser ialah komponen yang memiliki fungsi untuk mengkonversikan suatu energi ke bentuk energi lainnya. Selain itu, transduser merupakan komponen yang dapat mengubah suatu gaya mekanis menjadi sinyal listrik. Jenis dari transduser terbagi atas dua jenis yaitu transduser pasif dan aktif. Salah satu jenis dari transduser aktif adalah Transduser *Piezoelectric* yang memiliki prinsip kerja dapat membangkitkan listrik menggunakan bahan kristal *Piezoelectric* karena diberi kekuatan eksternal berupa tekanan dan tarikan [1]. Ada beberapa penelitian yang menggunakan *Piezoelectric* sebagai penghasil energi antara lain pemanfaatan *Piezoelectric* pada polisi tidur atau pada sepatu. Banyak material *Piezoelectric* yang ada tetapi yang paling sering digunakan ialah *Piezoelectric* berbahan keramik PZT dan polimer PVDF.

Maka dari itu penulis akan melakukan penelitian yakni membuat suatu rangkaian *Piezoelectric* yang memanfaatkan material Polimer PVDF dengan menggunakan rangkaian gabungan seri-paralel yang berfokus pada jumlah paralel sehingga dapat mengetahui besar daya keluaran yang dihasilkan



## 1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan *Piezoelectric* salah satu cara memanfaatkan energi alternatif untuk menghasilkan energi listrik dalam rangka menghemat penggunaan sumber energi konvensional. Dengan memanfaatkan tekanan dari langkah kaki manusia sebagai sumber tenaganya sehingga dapat menghasilkan tegangan menyebabkan dapat diukur tegangan keluaran yang dikeluarkan oleh *Piezoelectric*. *Piezoelectric* yang digunakan yaitu material polimer PVDF (*Polyvinylidene Flouride*) karena bersifat elastis sehingga tidak mudah mengalami kerusakan. Komponen *Piezoelectric* akan dirangkai secara seri – paralel.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan penelitian yang akan dilakukan, adapun beberapa tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendesain prototipe *Piezoelectric* dengan material Polimer PVDF (*Polyvinylidene Flouride*) dengan variasi rangkaian seri-paralel.
2. Mengukur serta menganalisa arus dan tegangan yang dihasilkan *Piezoelectric*.
3. Menghitung daya yang dihasilkan *Piezoelectric*.

## 1.4 Batasan Masalah

Dari penelitian yang akan dilakukan adapun beberapa batasan masalah yang dapat dilihat sebagai berikut :

1. Hanya membahas material *Piezoelectric* Polimer PVDF (*Polyvinylidene Flouride*).
2. Tidak memperhitungkan pengaruh perubahan suhu dilingkungan sekitar.
3. Menggunakan langkah kaki manusia yang berat badannya sudah ditentukan yaitu 50-70 kilogram dengan usia produktif 15 tahun keatas menurut Badan Pusat Statistik (BPS).
4. Tidak menghitung nilai efisiensi alat.
5. Nilai arus dan tegangan didapatkan ketika melangkahkkan kaki, tidak dengan loncatan.

6. Rangkaian yang digunakan pada prototipe ini ialah 2 seri 6 paralel, 2 seri 8 paralel, dan 2 seri 10 paralel.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Untuk menyusun penelitian tugas akhir ini agar lebih baik dan rapih maka digunakan sistematika penulisan yang terdapat dibawah ini :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bagian ini yang dibahas adalah latar belakang dari penelitian, rumusan masalah dari penelitian, tujuan dari penelitian, batasan masalah dari penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian bab ini memberikan penjelasan mengenai teori yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan yaitu *piezoelektrik* serta hal-hal yang mendukung penelitian tugas akhir ini.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bagian ini memberikan penjelasan dari prosedur yang digunakan dalam penelitian ini, metode yang digunakan, metode pengukuran data dan *flowchart* dari penelitian yang dilakukan.

### **BAB IV PEMBAHASAN**

Bagian ini membahas mengenai hasil dari penelitian yang dilakukan seperti pengukuran, perhitungan, pengolahan data dan analisa dari penelitian yang telah dilakukan.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bagian ini terdapat kesimpulan penelitian yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan serta saran dari penulis untuk penelitian berikutnya.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Diniardi, S. Syawaludin, A. I. Ramadhan, N. H. Fithriyah, and E. Dermawan, "Analisis Daya Piezoelektrik Model Hybrid Solar Cell-Piezoelectric Skala Rendah," *J. Teknol. Univ. Muhammadiyah Jakarta*, vol. 10, no. 2, pp. 139–146, 2018.
- [2] A. Kurnia, "Pengaruh Luas Permukaan Piezoelectric Disk terhadap Tekanan ... (Wijaya dkk.)," pp. 54–59, 2017.
- [3] Sarwono, "Bab ii kajian teori 2.1," *Persepsi Terhadap Lingkung. Sekitar*, no. 1997, pp. 5–21, 2004.
- [4] P. Ilmiah, "Pemanfaatan Sensor Piezoelektrik Sebagai Penghasil," 2016.
- [5] I. Fathoni, S. J. Iswarin, and R. Triandi, "Studi Penumbuhan Lapisan Tipis PZT dengan Metode Spin Coating," pp. 53–56.
- [6] A. Hartono, "Aplikasi Sensor PvdF Untuk Pengukuran Pergeseran Sudut," *EKSAKTA Berk. Ilm. Bid. MIPA*, vol. 18, no. 02, pp. 100–106, 2017, doi: 10.24036/eksakta/vol18-iss02/60.
- [7] A. J. O. D. Bell, "Lead-free piezoelectrics—The environmental and regulatory issues," [Online]. Available: <https://www.cambridge.org/core/journals/mrs-bulletin/article/abs/leadfree-piezoelectricsthe-environmental-and-regulatory-issues/22839119364C9FB0CC30A1A1B66FE925#metrics>.
- [8] M. I. Mowaviq, A. Junaidi, and S. Purwanto, "Lantai Permanen Energi Listrik Menggunakan Piezoelektrik," *Energi & Kelistrikan*, vol. 10, no. 2, pp. 112–118, 2019, doi: 10.33322/energi.v10i2.219.
- [9] D. Almanda, E. Dermawan, E. Diniardi, Syawaluddin, and A. I. Ramadhan, "Pengujian Desain Model Piezoelektrik PvdF Berdasarkan Variasi Tekanan," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. 2016*, no. November 2016, pp. 1–6, 2016, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/172417-ID-pengujian-desain-model-piezoelektrik-pvd.pdf>.
- [10] K. Boby, A. Paul K, A. C.V., J. A. Thomas, and N. K.K., "Footstep Power Generation Using Piezo Electric Transducers," *Int. J. Eng. Innov. Technol.*, vol. 3, no. 10, pp. 264–267, 2014, [Online]. Available: [http://www.ijeit.com/Vol3/Issue10/IJEIT1412201404\\_51.pdf](http://www.ijeit.com/Vol3/Issue10/IJEIT1412201404_51.pdf).
- [11] H. F. S. S. D. R. . Julius, "APPLICATION OF PIEZOELECTRIC MATERIAL FILM PVDF (Polyvinylidene Flouride) AS LIQUID VISCOSITY SENSOR," *J. Neutrino*, vol. 3, no. 2, pp. 129–142, 2012, doi: 10.18860/neu.v0i0.1648.
- [12] J. Tgk, S. Abdurrauf, B. Aceh, and B. Aceh, "PERANCANGAN PROTOTYPE PENGHASIL ENERGI LISTRIK," vol. 1, no. 3, pp. 63–67, 2016.
- [13] Kamajaya, *Fisika*. PT Grafindo Media Pratama, 2008.

- [14] S. Yulianto *et al.*, “Hidrolik Pada Reach Stacker Saat Proses,” vol. 8, no. 1, 2014.
- [15] T. Percobaan, “E – 3 Hukum Ohm,” pp. 1–9, 2019.
- [16] M. Ishaq, “Listrik Dinamik 1 : Hukum OHM dan Hukum Kirchoff,” *Fis. Dasar/Listrik-Magnet/ Elektrodin. 1*, 2005, [Online]. Available: file:///F:/skripsi/bahan skripsi/Hukum Ohm\_Kirchoff (1).pdf.
- [17] R. A. Shavira, E. Wahyu, and M. S. Lim Fathima, “Rangkaian Segitigaaya,” no. 1, pp. 1–6, 2013.
- [18] O. Puscasu, N. Counsell, R. Mohammad, R. Peace, J. Patsavellas, and E. Technology, “Citation for published version : Day , ‘ Powering Lights with Piezoelectric Energy - Harvesting Document Version : This is the Accepted Manuscript version . The version in the University of Hertfordshire Research Archive may differ from the final publishe,” 2018.