



Jurnal Artikel

**Pengaruh Rangkaian Seri Dan Paralel Terhadap Tegangan Pada Piezoelektrik**

**Abdul Fajar Kallawa<sup>1</sup>, Agus Fikri<sup>1</sup>, Mohammad Mujirudin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof.DR.HAMKA

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof.DR.HAMKA

\*Corresponding author – Email : [agus\\_fikri@uhamka.ac.id](mailto:agus_fikri@uhamka.ac.id)

Artkel Info - : Received: 2 Agustus 2022; Revised: 23 Sep 2022; Accepted: 25 Sep 2022

**Abstrak**

**Background:** Piezoelektrik didefinisikan sebagai kemampuan yang dimiliki oleh kristal pada bahan-bahan tertentu yang menghasilkan energi listrik jika diberi beban. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan yang dihasilkan oleh rangkaian pieoelektrik secara seri dan paralel jika diberikan beban sebesar 60 kg, 70 kg, dan 80 kg. Tegangan rata-rata yang dihasilkan oleh rangkaian seri pada beban 60 kg sebesar 3,025 volt, pada beban 70 kg sebesar 3,569 volt, dan pada beban 80 kg sebesar 3,818 volt, sedangkan untuk rangkaian paralel pada beban 60 kg menghasilkan tegangan rata-rata sebesar 1,824 volt dan pada beban 70 kg sebesar 2,455 volt dan untuk beban 80 kg menghasilkan tegangan sebesar 3,138 volt. Piezoelektrik yang dirangkai secara rangkaian seri menghasilkan tegangan rata-rata lebih besar dari pada rangkaian paralel yang masing-masing sebesar 3,470 volt pada rangkaian seri dan 2,472 volt pada rangkaian paralel.

Kata kunci: piezoelektrik, rangkaian seri, rangkaian paralel, tegangan.

*Kata kunci: piezoelektrik, rangkaian seri, rangkaian paralel, tegangan.*

**Abstract**

**Background:** Piezoelectric is defined as the ability of crystal to generate electricity on any certain material when it given a load. This study about to compared the voltage that generated by piezoelectric circuit when it given a load of 60 kg, 70 kg, and 80 kg. The average voltage produced by series circuit at 60 kg load is 3,025 volts, at 70 kg is 3,569 volts, at 80 kg is 3,818 volts, while the parallel circuit at 60 kg load produces an average voltage of 1,824 volts, and at load 70 kg produces 2,455 volt and for load of 80 kg produces a voltage of 3,138 volts. A piezoelectric that assembled in series produces a higher total average voltage than the parallel circuit, wich are 3,470 Volts in series and of 2,472 volts in parallel circuits.

**Keywords:** *Piezoelectic, series cicuit, paralel circuit, voltage*



© 2020 by authors. Lisensi Jurnal Metal : Manufaktur, Energi, Material Teknik, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license.

**1 PENDAHULUAN**

**1.1 Latar Belakang**

Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan energi listrik saat ini tidak seimbang dengan ketersediaan suplai energi listrik, bila mencermati kondisi saat ini maka sudah saatnya mencari energi alternatif. (Agung, 2013)

Piezoelektrik yang merupakan sumber energi, dengan memanfaatkan getaran maka akan menghasilkan listrik. (Zenker, 2013). Pada dasarnya piezoelektrik mempunyai dua rangkaian yaitu seri dan paralel. (Maulana, 2016)

Penelitian pada piezoelektrik sebagai pemanen energi telah banyak dilakukan dengan berbagai rangkaian,

sebagai contoh pada penelitian lantai pemanen energi dengan menggunakan piezoelektrik yang dilakukan oleh M.Imbaroathur menggunakan rangkaian paralel sedangkan pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Aidil Akmal dalam prototipe alat penghasil listrik dari tekanan mekanik berbasis piezoelektrik menggunakan rangkaian seri dan paralel.

**1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui susunan

piezoelektrik seperti apa yang menghasilkan tegangan listrik lebih besar pada karpet.

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan dua susunan piezoelektrik, yaitu seri dan paralel.
2. Jumlah piezoelektrik yang dipakai sebanyak 9 buah pada masing-masing rangkaian
3. Beban yang diberikan sebesar 60 kg, 70kg dan 80 kg.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui berapa besar tegangan yang dihasilkan rangkaian seri dan paralel pada piezoelektrik dengan beban 60, 70, dan 80 kg.
2. Untuk mengetahui rangkaian mana yang menghasilkan tegangan lebih besar antara rangkaian seri dan paralel pada piezoelektrik.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat untuk mengetahui susunan piezoelektrik yang optimum untuk pemanen energi pada piezoelektrik dan dapat memberikan solusi energi alternatif ke depan.

## 2 DASAR TEORI

### 2.1 piezoelektrik

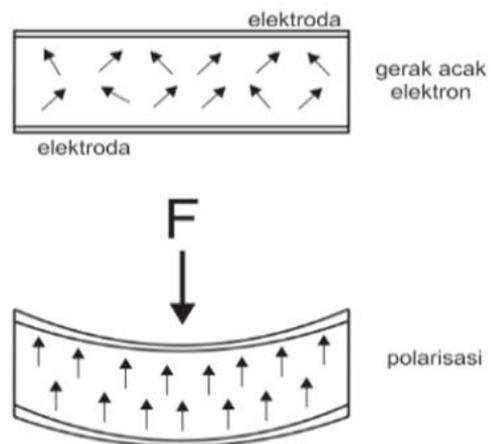
Piezoelektrik adalah kemampuan yang dimiliki oleh kristal ketika diberikan tekanan yang akan menghasilkan tegangan listrik. Efek piezoelektrik terbagi menjadi dua, dimana terdapat efek piezoelektrik langsung (direct piezoelectric effect) yaitu produksi potensial listrik akibat adanya tekanan mekanik dan efek piezoelektrik balikan (converse piezoelectric) yang merupakan produksi tekanan yang diakibatkan oleh pemberian tegangan listrik yang berakibat perubahan dimensi. (Charyl Iby, Mahyudin, & Syahfandi, 2016).

### 2.2 Material Piezoelektrik

Bahan piezoelektrik terbagi menjadi dua, yaitu alami dan buatan, contoh dari bahan piezoelektrik alami adalah kuarsa, berlinite, turmalin dan garam rossel. Sedangkan untuk bahan piezoelektrik buatan diantaranya : *Braium tianate*, *lead zirconium tianate*, *Lead tianate*. (Maulana, 2016)

### 2.3 Prinsip kerja Piezoelektrik

Seperti yang tertera pada Gambar 2-1 piezoelektrik akan mengalami pergerakan elektron dari acak menjadi searah sehingga menyebabkan muatan positif dan negatif. Semakin besarnya tekanan pada piezoelektrik maka proses polarisasi akan semakin cepat terjadi dan perbedaan antara muatan positif dan negatif, yang menyebabkan terjadinya tegangan listrik besar. (Sunard & Gamayel, 2019)

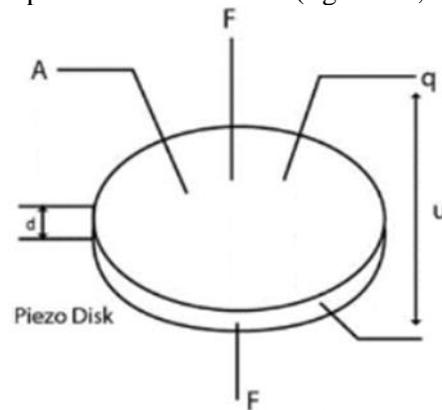


Gambar 0-1 Polarisasi pada Piezoelektrik.

Sumber: (Imboarothur, Andi, & Sugeng, 2018)

Piezoelektrik memanfaatkan gaya mekanik dan merubahnya menjadi tegangan listrik adapun persamaanya sebagai berikut: (Tgk et al., 2016)

Jumlah energi listrik akan meningkat dengan bertambahnya gaya yang diberikan, sehingga jika gaya yang diberikan kepada piezo lebih besar maka tegangan yang dihasilkan oleh piezoelektrik akan semakin besar pula. Dari hal ini piezoelektrik memiliki implikasi untuk keperluan dalam pemanen energi dan dapat diaplikasikan pada lantai, jalan raya dan tempat dimana perangkat dapat menerima tekanan. (Tgk et al., 2016)



Gambar 2- 3 Persamaan Piezoelektrik.

Sumber: (Tgk et al., 2016)

$$u = \frac{d_{33} \times d}{e_{33} \times A} \times F \quad (1)$$

### 2.4 Rangkaian Piezoelektrik

Piezoelektrik dapat dihubungkan secara seri maupun paralel, tegangan yang dihasilkan oleh piezoelektrik yang dirangkai secara seri merupakan penjumlahan dari banyaknya jumlah piezoelektrik yang digunakan, penambahan piezoelektrik tidak akan berpengaruh pada arus yang dihasilkan, karena arus yang dihasilkan merupakan arus dari masing – masing piezoelektrik Sedangkan piezoelektrik yang di rangkai secara paralel arus yang dihasilkan merupakan penjumlahan dari setiap elemen piezoelektrik, dan penambahan elemen

piezoelektrik tidak akan mempengaruhi tegangan yang di keluarkan, dikarenakan tegangan yang dihasilkan merupakan tegangan dari masing – masing piezoelektrik persamaan tersebut dapat dilihat sebagai berikut.(Setiawan et al., 2020)

### 2.5 Pemanen Energi

Pemanenan energi merupakan menangkap sejumlah energi dari satu atau sumber energi di sekitarnya, mengumpulkan dan menyimpan untuk digunakan kemudian. Pemanen energi juga disebut sebagai pemanenan daya atau pemulungan energi, dengan kemajuan terkini pada teknologi nirkabel (wireless) pemanen energi disebut juga sebagai solusi alternatif baterai konvensional.(Kim, Kim, & Kim, 2011)

### 2.6 Parameter Kelistrikan

Adapun parameter pada listrik adalah sebagai berikut.

#### 2.6.1 Tegangan listrik

Tegangan listrik merupakan perbedaan potensial yang terjadi di dua titik pada suatu rangkaian listrik. Tegangan listrik dapat diukur menggunakan voltmeter, biasanya tegangan listrik memiliki satuan volt.(Madia, 2017)

#### 2.6.2 Hambatan listrik

hambatan listrik adalah perbandingan tegangan alat elektronik dengan arus yang melewatinya. hambatan listrik memiliki satuan ohm dan dapat diukur dengan ohmmeter.(Madia, 2017)

#### 2.6.3 Arus listrik

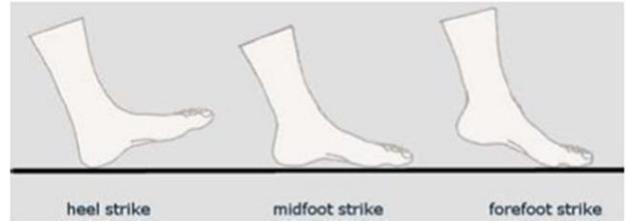
Arus merupakan muatan listrik yang timbul dari pergerakan elektron dalam rangkaianannya listrik pada satuan waktu tertentu. Besaran arus listrik adalah ampere dan dapat diukur dengan menggunakan amperemeter.(Madia, 2017)

#### 2.6.4 Daya listrik

Daya listrik memiliki satuan yaitu watt (W), merupakan banyaknya energi listrik yang mengalir setiap detik atau joule per secondI. (Madia, 2017)

### 2.7 Distribusi Beban pada Kaki Manusia

Kaki manusia merupakan alat untuk berpindah dari satu tempat menuju tempat lainya, distribusi beban di telapak kaki dipengaruhi oleh banyak hal yaitu BMI (body mass index), jenis kelamin, tipe telapak kaki atau luas kontak telapak kaki dan aktifitas manusia sehari-hari. Seperti pada gambar 2-4 merupakan footprint telapak kaki manusia ketika berdiri tegak kedua bagian telapak kaki bagian belakang (rear foot/heel region) akan menanggung berat sebesar 60% dari berat tubuh, dan saat berjalan dengan tumit menghentak di landasan (heel strike) beban satu kaki di area tumit dapat menanggung 70% dari berat tubuh manusia sebagaimana dapat disaksikan pada gambar 2-5.(Wibowo, 2018)



Gambar 2- 6 posisi kaki ketika berjalan.

Sumber: (Wibowo, 2018)

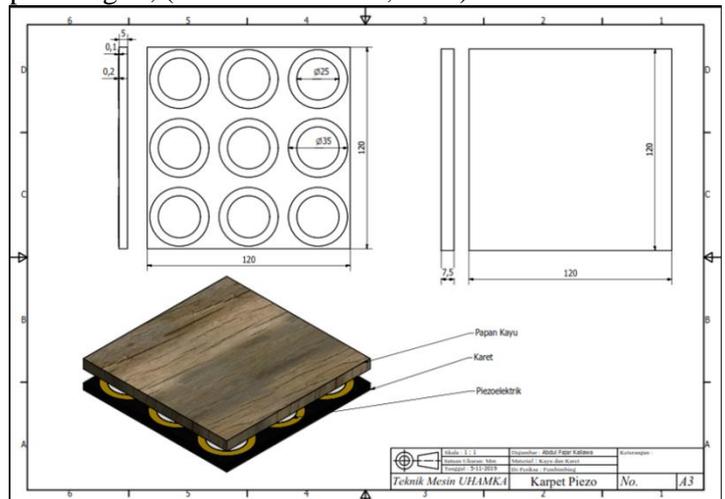
## 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Teknik Uhamka, dimulai dari bulan April sampai dengan bulan Desember 2020, yang dimulai dari persiapan alat dan bahan sampai dengan pengujian.

### 3.2 Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian eksperimental (experimental research), yaitu dengan melakukan pengamatan untuk mencari data sebab-akibat dalam suatu proses eksperimen sehingga dapat mengetahui pengaruh variasi beban dan susunan piezoelektrik pada daya yang dihasilkan Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 9 buah piezoelektrik dengan ukuran 35 mm dan disambungkan padarangkaian pembangkit, (Imboarothur et al., 2018)



Gambar 3 1 Desain Karpet Piezoelektrik

### 3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Membentuk sebuah spesimen dibutuhkan peralatan dan bahan yang telah ditentukan sebagai fungsinya, adapun peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

#### 3.3.1 Alat-Alat

1. Elemen Piezoelektrik  
Elemen piezoelektrik dengan ukuran 35 mm berfungsi sebagai penerima getaran dari beban yang diberikan dan merubah menjadi energi listrik.
2. Solder  
Solder berfungsi untuk menghubungkan timah dengan kabel pada elemen piezoelektrik.
3. Isolasi

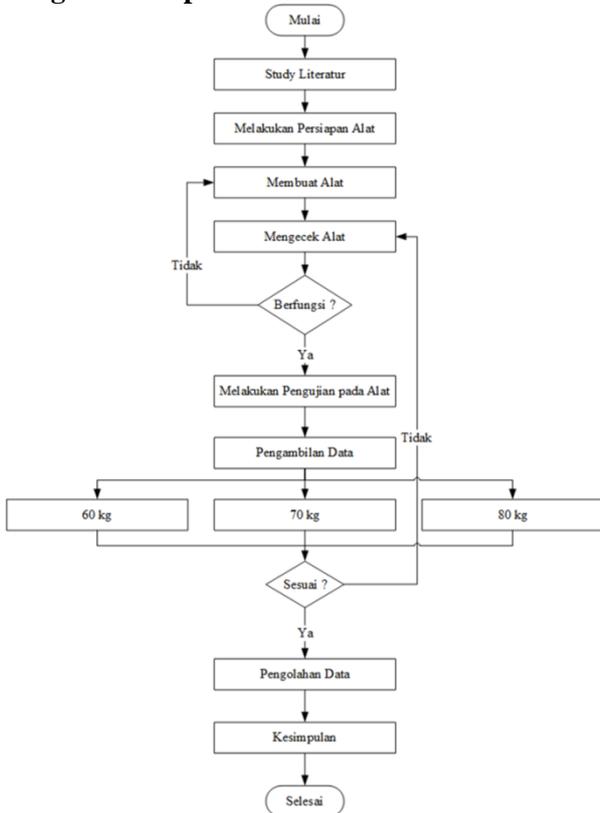
Isolasi berfungsi untuk melindungi kabel yang telah di rekatkan dari benda asing.

4. Double tape  
Double tape bertujuan untuk merekatkan piezoelektrik ke karpet
5. Kabel  
Kabel berguna sebagai penghantar arus listrik.
6. Multimeter digital  
Multimeter digital berfungsi untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh piezoelektrik
7. Timbangan berat badan
8. Timbangan berat badan berfungsi untuk mengukur berat badan yang akan digunakan pada pengujian

**3.3.2 Bahan Penelitian**

1. Kayu yang bertujuan sebagai bahan keras dan isolator yang ditempatkan pada bagian atas piezoelektrik.
2. Karet yang bertujuan sebagai alas pada piezoelektrik.

**3.4 Diagram Alir penelitian**



Gambar 3 11 Diagram Alir Penelitian

**4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini hasil pengujian yang didapatkan dari variasi beban yang diberikan dan variasi rangkaian piezoelektrik yang dibuat, nilainya berupa tegangan (V). Pengujian dilakukan dengan orang berjalan melewati rangkaian piezoelektrik pada rangkaian dan beban yang telah ditentukan.

**Tabel 0-1** Beban 60 kg rangkaian paralel

Rangkaian : paralel			
no	Beban (kg)	Langkah ke	Tegangan (V)
1	60	1	2.271
2	60	2	1.708
3	60	3	1.811
4	60	4	2.221
5	60	5	1.112
Tegangan rata-rata (V)			1,824

Rangkaian : paralel			
no	Beban (kg)	Langkah ke	Tegangan (V)
1	70	1	2.298
2	70	2	2.444
3	70	3	2.612
4	70	4	2.224
5	70	5	2.696
Tegangan rata-rata (V)			2,455

**Tabel 0-2** Beban 70 kg rangkaian paralel

Rangkaian : paralel			
no	Beban (kg)	Langkah ke	Tegangan (V)
1	80	1	3.060
2	80	2	2,828
3	80	3	3.053
4	80	4	3.741
5	60	5	3.008
Tegangan rata-rata (V)			3,138

**Tabel 0-3** Beban 80 kg rangkaian paralel

Rangkaian : Seri			
no	Beban (kg)	Langkah ke	Tegangan (V)
1	60	1	2.927
2	60	2	2.674
3	60	3	3.165
4	60	4	3.709
5	60	5	2.648
Teganga rata-rata (V)			3,025

**Tabel 0-4** Beban 60 kg rangkaian seri

Rangkaian : seri			
no	Beban (kg)	Langkah ke	Tegangan (V)
1	70	1	3.324
2	70	2	3.488
3	70	3	3.637
4	70	4	3.887
5	70	5	3.509
Tegangan rata-rata (V)			3,569

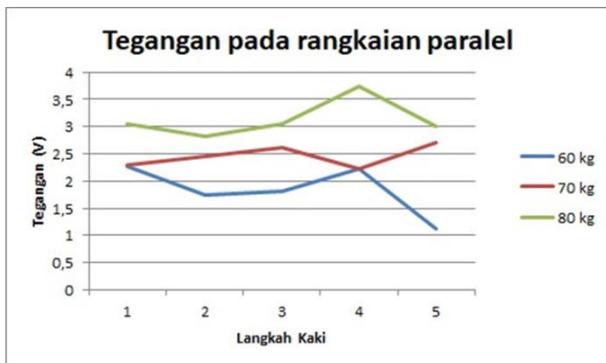
**Tabel 0-5** Beban 70 kg rangkaian seri

Rangkaian : seri			
no	Beban (kg)	Langkah ke	Tegangan (V)
1	60	1	2.927
2	60	2	2.674
3	60	3	3.165
4	60	4	3.709
5	60	5	2.648
Teganga rata-rata (V)			3,025

**Tabel 0-6** Beban 80 kg rangkaian seri

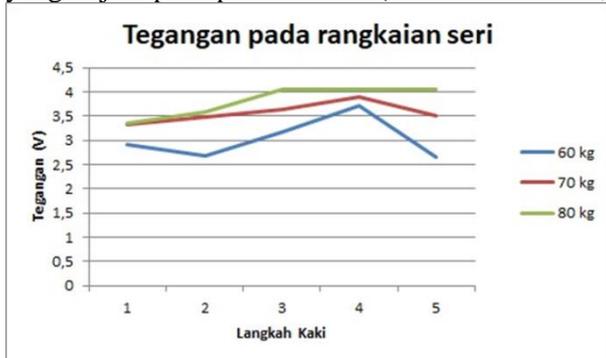
Rangkaian : seri			
no	Beban (kg)	Langkah ke	Tegangan (V)
1	80	1	3.355
2	80	2	3.578
3	80	3	4.055
4	80	4	4.042
5	80	5	4.059
Tegangan rata-rata (V)		3,818	

Berdasarkan data pengujian pada tabel 4-4 sampai dengan 4-6 dapat dibuat grafik yang menggambarkan besar tegangan yang dihasilkan pada variasi beban sebesar 60 kg, 70 kg, dan 80 kg pada rangkaian paralel dan seri.



**Gambar 4 1** Grafik tegangan yang dihasilkan pada rangkaian paralel

Tegangan rata – rata yang dihasilkan rangkaian paralel dan diperjelas oleh gambar 4-1, pada beban 60 kg, 70 kg, 80 kg menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diberikan maka semakin besar pula tegangan yang dihasilkan, hal ini disebabkan oleh adanya polarisasi yang terjadi pada piezoelektrik.(Imboarothur et al., 2018)

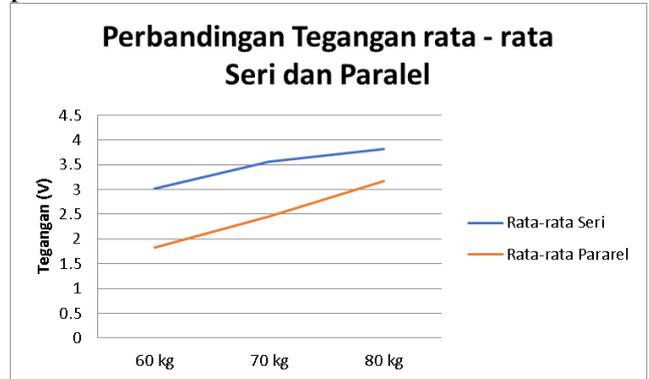


**Gambar 4 2** Grafik tegangan pada rangkaian Seri

Mengacu pada tabel 4-4 sampai 4-6 dan gambar 4-2, tegangan yang dihasilkan Pada beban 60 kg sebesar 2,648 – 3,709 volt, pada beban 70 kg sebesar 3,324 – 3,887 volt, sedangkan pada beban 80 Kg 3,355 – 4,059 volt yang juga menjelaskan pengaruh beban terhadap tegangan yang dihasilkan, semakin besar beban yang diberikan pada rangkaian piezoelektrik maka semakin

besar pula tegangan yang dihasilkan hal ini dapat terjadi karena polarisasi pada piezoelektrik.

Tegangan rata – rata yang dihasilkan rangkaian seri dan diperjelas oleh gambar 4-2 menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diberikan maka semakin besar pula tegangan yang dihasilkan hal ini seperti yang terjadi pada rangkaian paralel disebabkan oleh polariasai pada piezoelektrik.



**Gambar 4 3** Grafik perbandingan tegangan rata – rata rangakain seri dan paralel

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa tegangan rata-rata yang dihasilkan oleh rangkaian seri lebih besar dibandingkan dengan rangkaian paralel untuk beban 60 kg 70 kg 80kg, hal ini disebabkan tegangan dari rangkaian seri merupakan penjumlahan tegangan dari tiap piezoelektrik, sedangkan pada rangkaian piezoelektrik secara paralel tegangan rata-rata yang dihasilkan sama untuk tiap piezoelektrik.(Setiawan et al., 2020)

**5 SIMPULAN DAN SARAN**

**5.1 Simpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari bagian sebelumnya dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

- 1.Rangkaian seri menghasilkan tegangan rata-rata sebesar 3,025 volt pada beban 60 kg, pada beban 70 kg sebesar 3,569 volt, dan 3,818 volt pada beban 80 kg. Sedangkan pada rangkaian paralel tegangan rata-rata yang dihasilkan sebesar 1,824 volt pada beban 60 kg, pada beban 70 kg sebesar 2,455 volt dan 3,138 volt pada beban 80 kg.
- 2.Secara keseluruhan rangkaian seri menghasilkan tegangan rata-rata yang lebih besar dibandingkan rangkaian paralel, hal ini dapat dilihat dari tegangan rata-rata pada rangkaian seri seri sebesar 3,470 volt dan rangkaian paralel sebesar 2,472 volt.

**5.2 Saran**

- 1.Perlu adanya pengembangan alat, sehingga keluaran energi listriknya dapat digunakan secara masal.
- 2.Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan bahan piezoelektrik yang berbeda, untuk mengetahui alternatif bahan yang menghasilkan tegangan yang lebih besar.

**DAFTAR KEPUSTAKAAN**

[1] Agung, A. I. (2013). Potensi Sumber Energi Alternatif Dalam Mendukung Kelistrikan Nasional. Potensi Sumber Energi Alternatif, 2(2), 892–897.

- [2] Charyl Iby, A., Mahyudin, A., & Syahfandi, A. (2016). Studi awal proses pemolangan dan karakteristik sifat listrik bahan piezoelektrik ramah lingkungan. 3, 2–6.
- [3] Imboarothur, M., Andi, J., & Sugeng, P. (2018). Lantai Pemanen Energi Listrik Menggunakan Piezoelektrik. 10(2), 112–118.
- [4] Kim, H. S., Kim, J. H., & Kim, J. (2011). A review of piezoelectric energy harvesting based on vibration. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 12(6), 1129–1141. <https://doi.org/10.1007/s12541-011-0151-3>
- [5] Liyana, N. (2016). Piezoelectric Energy Harvesting Floor Mat. *IOSR Journal of Economics and Finance*, 3(1), 56. <https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-b-000238666>
- [6] Madia, Aidil Akmal. (2017). prototipe alat penghasil listrik dari tekanan mekanik berbasis piezoelektrik. *Вестник Росздравнадзора*, 6, 5–9.
- [7] Maulana, R. (2016). pemanfaatan sensor piezoelektrik sebagai penghasil sumber energi pada sepatu.
- [8] Setiawan, R. A., Alam, S., & Murdika, U. (2020). Rancang Bangun Sistem Pemanen Energi di Lantai Menggunakan Modul BQ25570 pada Aplikasi Piezoelectric Energy Harvesting Contoh aplikasi. 13(3), 277–283.
- [9] Sunard, A., & Gamayel, A. (2019). Pemanfaatan Pantulan Bola Karet sebagai Pemanen Energi pada Piezoelektrik. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 3(2502), 49. <https://doi.org/10.22236/teknoka.v3i0.2914>
- [10] Tgk, J., Abdurrauf, S., Aceh, B., & Aceh, B. (2016). Perancangan Prototype Penghasil Energi Listrik Berbahan Dasar Piezoelektrik. 1(3), 63–67.
- [11] Wibowo, D. B. (2018). Pengukuran Distribusi Beban Telapak Kaki Manusia Saat Berdiri Tegak Menggunakan Sensor FSR 402. *Rotasi*, 20(1), 22. <https://doi.org/10.14710/rotasi.20.1.22-28>
- [12] Yulia, E., Putra, E. P., Ekawati, I. E., Ph, D., & Nugraha, I. (2016). Polisi Tidur Piezoelektrik Sebagai Pembangkit Listrik dengan Memanfaatkan Energi Mekanik Kendaraan Bermotor. 8(1), 105–114.
- [13] Zenker, H.-J. (2013). Power Harvesting By Using Human Foot Step. 2(7), 978–981.