

Bangkitan Tegangan Listrik pada Rekayasa Piezoelektrik Berbasis Bahan Dapur

Alya Puspita Zahra¹, Muhammad Ikhsan Bachrul Alam², Regina Bilqis Wardani^{3*}, Muhammad Sholeh⁴, Atin Nuryadin⁶, Lambang Subagiyo⁷

^{1,2,3,4,5}Prodi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

Received: 16 June 2023

Revised: 08 April 2024

Accepted: 30 April 2024

Corresponding Author:

Regina Bilqis Wardani

rgnbilqiswrdni@gmail.com

© 2024 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v8i1.18520>

Abstract: Piezoelectric constituents consist of PbZrTiO_3 or PZT which contains lead (Pb) which is industrial waste which is hazardous if it enters the human body. Based on this, the researchers used environmentally friendly kitchen materials in the form of Potassium Bitartrate and Sodium Bicarbonate as a substitute for the original piezoelectric material. Through the experimental method of mixing the two materials, the evaporation and refrigeration methods, amorphous solid forms were obtained. The solid is then coated with aluminum and tested for suitability by measuring the stress of the material before and after being vibrated. The voltage obtained after being vibrated formed an exponential graph with the highest voltage of 0.28 V. Then, the material was tested again for its feasibility in charging the capacitor and the voltage generated by the capacitor was obtained at 0.0221V. Basic knowledge related to cross-curricular and subject-specific sustainability.

Keywords: Piezoelectricity; Kitchen Materials; Electrical Voltage

Pendahuluan

Seperti kita ketahui bersama, tren baru di dunia internasional saat ini adalah persaingan penggunaan energi baru terbarukan (EBT) yang ramah lingkungan terintegrasi teknologi (Wisudawati & Fijra, 2021). Dalam era modern ini, kebutuhan akan energi listrik terus meningkat seiring dengan perkembangan teknologi dan pertumbuhan populasi manusia (Iskandar et al., 2022). Sumber daya energikonvensional yang umum digunakan, seperti batu bara dan minyak bumi memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dan ketersediaannya semakin berkurang (Iskandar et al., 2022). Oleh karena itu, penelitian tentang sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan menjadi semakin penting (Setyono et al., 2019). Salah satu cara untuk menghasilkan energi terbarukan yang ramah lingkungan adalah dengan memanfaatkan potensi

energi yang tersimpan dalam material piezoelektrik (Prasetyo & Pradistia, 2022).

Piezoelektrik adalah materi yang dapat menghasilkan tegangan listrik ketika diberikan tekanan atau gaya mekanis (Mowaviq et al., 2019). Ketika material piezoelektrik ditekan atau diberikan gaya mekanis, muatan listrik terpisah di dalamnya dan menghasilkan potensial listrik (Yulia et al., 2016). Besar potensial listrik yang dihasilkan berbanding lurus dengan tekanan (gaya), sensitivitas bahan, serta ketebalan bahan piezoelektrik dengan besar energi yang berpengaruh terhadap frekuensi dalam selang waktu tertentu (Rinaldi et al., 2018). Bahan utama yang biasanya terdapat pada piezoelektrik adalah PbZrTiO_3 atau PZT (Fahyuan et al., 2018). Unsur Pb yang terdapat pada PZT menghasilkan limbah industri berupa timbal yang sangat berbahaya jika masuk ke dalam tubuh manusia karena dapat mengganggu metabolisme tubuh (Yulianti et al., 2013). Hal inilah

How to Cite:

Zahra, A. P., Alam, M. I. B., Wardani, R. B., Sholeh, M., Nuryadin, A., & Subagiyo, L. (2024). Bangkitan Tegangan Listrik pada Rekayasa Piezoelektrik Berbasis Bahan Dapur. *Kappa Journal*, 8(1), 1-5. <https://doi.org/10.29408/kpj.v8i1.18520>

yang menjadi alasan para peneliti untuk mencari bahan-bahan alternatif piezoelektrik yang tidak menghasilkan unsur berbahaya, salah satunya yaitu bahan dapur.

Terdapat penelitian mengenai bahan selain PZT sebagai pengganti material piezoelektrik. Beberapa penelitian tersebut adalah pemanfaatan bahan piezoelektrik menggunakan bahan film *polyvinilidane difluoride* (PVDF) (Almanda et al., 2016) dan bahan sintesis $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,75}\text{K}_{0,25})_{0,5}\text{TiO}_3$ (BNKT) (Ahda & Mahyudin, 2013) yang mana bahan-bahan tersebut tidak termasuk bahan dapur. Dari studi literatur yang peneliti lakukan, bahan dapur yang dapat dijadikan sebagai bahan membuat piezoelektrik adalah krim tartar atau *potassium bitartrate* ($\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$) dan soda kue atau *sodium bicarbonate* (NaHCO_3) (Steve, 2013).

Berdasarkan hasil kajian pustaka, tidak terdapat penelitian yang menguji piezoelektrik berbahan krim tartar dan soda kue sebagai bangkitan tegangan untuk mengisi kapasitor. Maka dari itu peneliti membuat bangkitan tegangan listrik dengan rekayasa piezoelektrik berbahan *potassium bitartrate* (krim tartar) dan *sodium bicarbonate* (soda kue). Peneliti menguji kelayakan rekayasa piezoelektrik dengan menggunakan kapasitor sebagai tegangan *output*. Untuk mengetahui tegangan yang dihasilkan oleh rekayasa piezoelektrik, maka dilakukan percobaan dengan menggunakan *audio generator* dengan frekuensi tetap sebagai penggetaran konstan. Penggetar konstan tersebut digunakan sebagai pengganti tekanan air hujan (Almanda et al., 2016), pijakan kaki manusia (Boby et al., 2014), dan tekanan tangan manusia (Ratih et al., 2019). Efek yang dihasilkan pada rekayasa piezoelektrik ini yaitu tegangan listrik dari material piezoelektrik yang digunakan (Rinaldi et al., 2018). Untuk mengetahui besaran tegangan yang dihasilkan oleh material piezoelektrik, maka dilakukan percobaan getaran melalui *audio generator* sebagai variabel kontrol.

Metode

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu *sodium bicarbonate* yang diperoleh dari soda kue ber merk Koepoe Koepoe, *potassium bitartrate* yang diperoleh dari krim tartar ber merk Koepoe Koepoe, dan aluminium foil. Adapun alat yang digunakan pada penelitian yakni termometer raksa yang berfungsi sebagai pengukur suhu, multimeter yang berfungsi sebagai pengukur tegangan yang dihasilkan oleh piezoelektrik, kapasitor yang berfungsi sebagai penyimpan energi yang dihasilkan oleh piezoelektrik, dan *audio generator* yang berfungsi sebagai penggetar konstan dengan frekuensi sebesar 5 Hz.

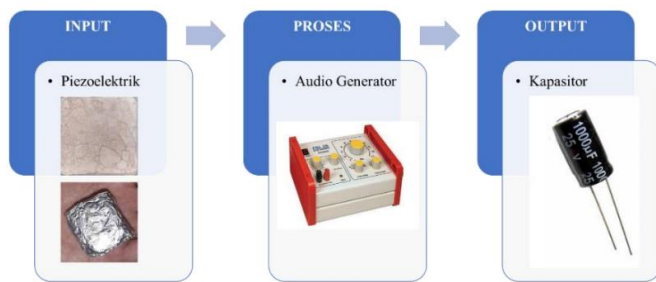
Pembuatan piezoelektrik dilakukan dengan menggunakan perpaduan metode evaporasi (pengeringan) dan metode refrigerasi (pendinginan). Tahapan pembuatan piezoelektrik dilakukan dengan pencampuran, pemanasan, penyaringan, pendinginan, desikasi, penggerusan dan pemadatan. *Potassium bitartrate* dimasukkan ke dalam gelas ukur yang berisi air, lalu dididihkan hingga mencapai suhu $82,7^\circ\text{C}$. Pada saat suhu mencapai $82,7^\circ\text{C}$ *sodium bicarbonate* dimasukkan ke dalam gelas ukur sebanyak 2,1 g secara berkala hingga tidak ada gelembung-gelembung gas yang dihasilkan. Saat tidak ada gelembung gas yang dihasilkan, api dimatikan dan dilakukan penyaringan menggunakan saringan teh. Air yang tersaring dipindahkan ke dalam wadah tertutup dan dilakukan proses pendinginan dengan memasukkan ke dalam kulkas yang bersuhu 16°C selama 65 jam. Proses pendinginan tersebut membentuk padatan piezoelektrik. Dilakukan desikasi dengan metode pengeringan matahari selama 6 jam untuk menghilangkan sisa air yang terkandung dalam padatan tersebut. Setelah proses desikasi, dilakukan penggerusan dan pemadatan untuk menghasilkan massa piezoelektrik sebesar 10,13 g. Piezoelektrik tersebut dilapisi oleh aluminium foil yang berfungsi sebagai sensitivitas piezoelektrik.



Gambar 1. Alur Pembuatan Padatan Piezoelektrik

Alur pada gambar 2 memiliki tiga bagian yaitu *input*, proses, dan *output*. Pada bagian *input* terdiri dari piezoelektrik yang telah dilapisi aluminium foil. Pada bagian proses terdapat *audio generator* sebagai alternatif penggetar yang konstan. Penggetar yang konstan digunakan sebagai sumber energi yang kemudian energi tersebut diubah menjadi energi listrik. Dalam pengujiannya getaran ini dibantu oleh *audio generator* dengan frekuensi tetap sebesar 5 Hz sebagai variabel kontrol agar terlihat jelas bagaimana pengaruh waktu selama getaran terhadap tegangan yang dihasilkan.

Proses tersebut menghasilkan tegangan yang akan disimpan dalam kapasitor.



Gambar 2. Alur Sistem Uji Kelayakan Pengisian Kapasitor

Pengujian dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu pengujian tegangan yang dihasilkan material piezoelektrik dan pengujian material piezoelektrik dalam mengisi kapasitor. Pengujian material piezoelektrik dilakukan dengan mengukur tegangan pada padatan yang dilapisi aluminium menggunakan multimeter sebelum dan setelah digetarkan menggunakan *audio generator*. Setelah itu, dilakukan perbandingan nilai tegangan sebelum dan setelah digetarkan. Setelah mengetahui material mampu menghasilkan tegangan, peneliti menguji kelayakan piezoelektrik dalam mengisi kapasitor. Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan padatan yang dilapisi aluminium, *audio generator*, dan kapasitor. Peneliti kemudian mengukur tegangan yang dihasilkan kapasitor berdasarkan waktu pengisiannya.

Hasil dan Pembahasan

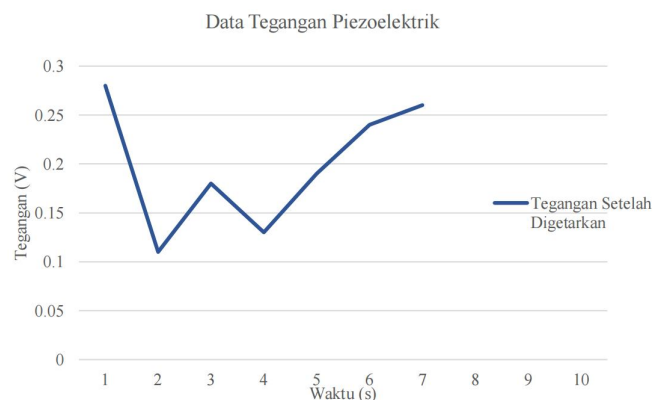
Hasil pencampuran bahan dapur *potassium bitartrate* dan *natrium bicarbonate* dengan perpaduan metode evaporasi dan refrigerasi diperoleh bentuk padatan (Gambar 3a). Setelah itu, peneliti melakukan desikasi dengan mengeringkan padatan di bawah sinar matahari (Gambar 3b). Padatan tersebut kemudian dihancurkan dan dipadatkan kembali hingga menghasilkan massa piezoelektrik sebesar 10,13 g (Gambar 3c). Piezoelektrik tersebut dilapisi oleh aluminium foil yang berfungsi sebagai sensitivitas piezoelektrik.



Gambar 3. Hasil Pencampuran Bahan Dapur; (a) Berbentuk Padatan Setelah Dikeluarkan

dari Kulkas, (b) Hasil Padatan Setelah Dikeringkan dan Dihancurkan 3c. (c) Bahan Dipadatkan Kembali Dilapisi Aluminium.

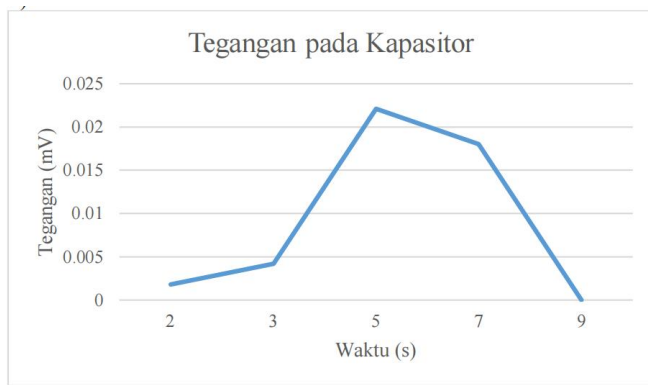
Bahan yang telah dilapisi aluminium kemudian diuji kelayakannya dengan mengukur tegangan sebelum dan sesudah digetarkan. Alat getar yang digunakan berupa *audio generator* yang frekuensinya dibuat konstan seperti pada Gambar 2. Sehingga, diperoleh tegangan pada piezoelektrik sebelum digetarkan sebesar 0.012 V dan setelah digetarkan (Gambar 4).



Gambar 4. Grafik Tegangan Piezoelektrik

Data di atas menunjukkan bahwa campuran bahan dapur *potassium bitartrate* dan *sodium bikarbonat* dapat menghasilkan tegangan listrik yang nilainya berkisar pada rentang 0.10 V hingga 0.28 V setelah digetarkan. Variasi tegangan yang dihasilkan memiliki perbedaan yang signifikan antara tegangan sebelum dan setelah digetarkan. Setelah digetarkan, diperoleh variasi nilai tegangan dimungkinkan karena alat penggetar yang digunakan tidak cukup untuk mengontrol pergerakan padatan tersebut. Namun, kendala tersebut tidak terlalu mengganggu peneliti dikarenakan sudah teruji bahwa kedua bahan dapur tersebut ketika dicampurkan mampu menghasilkan tegangan listrik.

Setelah mengetahui kemampuan bahan menghasilkan tegangan listrik, peneliti melakukan pengujian kedua berupa uji kelayakan material piezoelektrik dalam mengisi kapasitor 1000 μF . Peran kapasitor sebagai *output* yang dapat teramati untuk menunjukkan kelayakan bahan jika digunakan sebagai alternatif bahan piezoelektrik. Melalui proses yang telah dijelaskan pada metode, peneliti memperoleh data tegangan yang dihasilkan pada kapasitor 1000 μF (Gambar 5).



Gambar 5. Grafik Tegangan saat Diuji Mengisi Kapasitor

Data pengisian kapasitor menghasilkan grafik yang berbentuk eksponensial. Dimana tegangan puncak terjadi pada saat 5 menit dengan besar tegangan 0,0221 V. Saat melewati waktu tersebut, nilai tegangan semakin menurun dan cenderung mengosongi kapasitor. Sehingga pengisian kapasitor yang terbaik dilakukan selama 5 menit. Berdasarkan hasil tersebut, peneliti menyimpulkan bahwa efektivitas bahan dapur piezoelektrik ini dalam pengisian kapasitor 1000 μF hanya sampai pada waktu 5 menit. Kemungkinan terjadinya penurunan tegangan saat pengisian kapasitor dikarenakan kapasitor memiliki kapasitansi yang rendah sehingga tidak dapat menyimpan energi yang cukup untuk mempertahankan tegangannya. Selain itu, kemungkinan lain yang dapat terjadi adalah arus yang mengisi kapasitor terlalu besar dibandingkan kemampuan sumber tegangan, sehingga tegangan kapasitor turun setelah tidak memiliki kemampuan menyimpan energi yang terjadi setelah 5 menit.

Penelitian sebelumnya terkait pengisian kapasitor menggunakan piezoelektrik asli berbahan kimia telah dilakukan oleh Ratih et al., (2019) yang memperoleh tegangan 2.30 V pada frekuensi 5 Hz. Dibandingkan hasil yang diperoleh pada penelitian Ratih et al., (2019), material rekayasa piezoelektrik pada penelitian ini menghasilkan tegangan yang lebih kecil dibandingkan piezoelektrik asli. Namun, keunikan dalam penggunaan bahan dapur *potassium bitartrate* dan *sodium bicarbonate* ternyata mampu menghasilkan tegangan listrik serta mengisi kapasitor.

Berdasarkan percobaan dan analisis data yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa bahan dapur *potassium bitartrate* dan *sodium bikarbonat* layak digunakan sebagai rekayasa piezoelektrik karena mampu menghasilkan tegangan listrik dan mampu mengisi kapasitor kosong walaupun tidak sebesar tegangan yang dihasilkan bahan kimia piezoelektrik asli. Sehingga, diketahui bahwa penelitian Sudrajat et

al., (2021); Ratih et al., (2019); Ahda & Mahyudin (2013) yang menggunakan bahan kimia sebagai bahan dasar piezoelektrik lebih efektif dibandingkan penggunaan kedua bahan tersebut. Selain itu, kemungkinan lain penyebab perbedaan tegangan adalah pada penelitian terdahulu bahan piezoelektrik telah dirangkai secara paralel maupun seri. Namun, pada penelitian ini hanya menggunakan satu buah bahan piezoelektrik yang bermassa 10.13 gram tanpa merangkainya dengan bahan piezoelektrik yang lain.

Kesimpulan

Dari hasil pengujian menunjukkan: 1) adanya pengaruh pencampuran *Potassium Bitartrate* dan *Sodium Bicarbonate* terhadap tegangan listrik yang dihasilkan. Diperoleh grafik tegangan yang eksponensial pada bahan tersebut dan tegangan puncak sebesar 0,28 V; 2) Rekayasa piezoelektrik ini mampu mengisi kapasitor ketika digetarkan dan menghasilkan tegangan kapasitor sekitar 0,0221 V selama 5 menit pengisian.

Daftar Pustaka

- Ahda, S., & Mahyudin, D. (2013). Aplikasi Metode Molten Salt Untuk Sintesis Bahan PIEZOELEKTRIK Bi 0,5 (Na 0,75 K 0,25) 0,5 TiO 3. *Indonesian Journal of Materials Science*, 14(4), 284–289.
- Almanda, D., Dermawan, E., Diniardi, E., Syawaluddin, & Ramadhan, A. I. (2016). Pengujian Desain Model Piezoelektrik PVDF Berdasarkan Variasi Tekanan. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2016*, 1, 1–6.
- Boby, K., Paul K, A., C.V., A., Thomas, J. A., & K.K., N. (2014). Footstep Power Generation Using Piezo Electric Transducers. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 3(10), 264–267.
- Fahyuan, H. D., Kumala, O. L., & Mz, N. (2018). *Sintesis Bahan Piezoelektrik xBZT-BCT Menggunakan Metode Molten Salt dan Karakterisasinya*. 15(2), 146–150.
- Iskandar, A. N. C. P., Pratama, D. F., & Muhdar, M. (2022). Transformasi Energi Indonesia: Konstelasi Geopolitik dan Pengaturan untuk Energi Terbarukan. *Jurnal de Jure*, 14(1), 18–28.
- Mowaviq, M. I., Junaidi, A., & Purwanto, S. (2019). Lantai Permanen Energi Listrik Menggunakan Piezoelektrik. *Energi & Kelistrikan*, 10(2), 112–118. <https://doi.org/10.33322/energi.v10i2.219>
- Prasetyo, D. A., & Pradistia, R. F. (2022). Pemanfaatan Sensor Piezoelektrik Sebagai Penghasil Sumber

- Energi Dengan Tekanan Anak Tangga. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 55-64.
<https://doi.org/10.23917/emitor.v22i1.15140>
- Ratih, R. M., Yasyak, M. I., Nugroha, H., & Fadlilah, U. (2019). Powerbank Piezoelektrik menggunakan Tekanan Tangan. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 20(1), 47-51.
<https://doi.org/10.23917/emitor.v20i1.8597>
- Rinaldi, R. G., Kuncoro, M. A., & Arimurti, Y. (2018). PERBANDINGAN PENGISIAN KAPASITOR OLEH PIEZOELEKTRIK DENGAN BATERI. 110-117.
- Setyono, J. S., Mardiansjah, F. H., & Astuti, M. F. K. (2019). Potensi Pengembangan Energi Baru Dan Energi Terbarukan Di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*, 13(2), 177-186.
- Steve. (2013). *How to make Rochelle salt piezoelectric crystal*. Rimstar.Org.
- Sudrajat, A., Salsabila, F. F., Santoso, H. H., & Repi, V. V. R. (2021). Disain dan Pembuatan Pembangkit Listrik Mandiri Pada Sandal Penyandang Tunanetra. *Jurnal Ilmiah Giga*, 24(2), 64.
<https://doi.org/10.47313/jig.v24i2.1461>
- Wisudawati, N., & Fijra, R. (2021). Analisis Efektivitas Penggunaan Energi Baru Dan Terbarukan Di Provinsi Sumatera Selatan Guna Mendukung REUN 2025. *Integrasi : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(1), 1-9.
<https://doi.org/10.32502/js.v6i1.3789>
- Yulia, E., Putra, E. P., Ekawati, E., & Nugraha. (2016). Polisi Tidur Piezoelektrik Sebagai Pembangkit Listrik dengan Memanfaatkan Energi Mekanik Kendaraan Bermotor. *Jurnal Otomasi Kontrol Dan Instrumentasi Institut Teknologi Bandung*, 8(1), 34-38.
- Yulianti, E., Triwahyuni, D., Ahda, S., & Deswita. (2013). Pembuatan Bahan Piezoelektrik Ramah Lingkungan $\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3$ Dengan Metode Molten Salt. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 14(1), 13-17.