

Pengaruh Pantulan Bola Terhadap Tegangan Listrik yang Dihasilkan Oleh Piezoelektrik pada Trampolin Sebagai Pemanen Energi

Fajar Mulyana^{1*} dan Adhes Gamayel²

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Jurusan Teknik Mesin, Jakarta Global University, Grand Depok City, Jl Boulevard Raya No.2, Depok, 164412

Artikel info: Diterima: 1 Mei 2021 | Disetujui: 15 Mei 2021 | Tersedia online: 31 Mei 2021

Abstrak

Piezoelektrik adalah salah satu alat pemanen energi yang menghasilkan energi listrik ketika mengalami defleksi. Selain itu, piezoelektrik hanya membutuhkan tekanan yang berulang untuk mendapatkan tegangan listrik. Salah satu alat untuk menghasilkan tekanan yang berulang-ulang adalah trampolin. Oleh sebab itu perlu adanya penelitian tentang pemanfaatan pantulan trampolin, salah satunya yaitu pantulan dengan menggunakan beberapa jenis bola dan dijatuhkan pada trampolin yang telah dipasang rangkain pezoelektrik. Pada penelitian ini bisa disimpulkan bahwa semakin tinggi jatuhnya bola, maka semakin tinggi pula nilai tegangan maksimum yang dihasilkan, tegangan maksimum yang tertinggi dihasilkan oleh bola basket dengan nilai tegangan 1.111-volt pada ketinggian 100 cm, sedangkan tegangan maksimum terendah dihasilkan oleh bola tenis dengan nilai tegangan 0.388-volt pada ketinggian 50 cm. Sedangkan semakin kecil massa jenis bola, semakin besar tegangan maksimum yang dihasilkan. Tegangan tertinggi dihasilkan oleh bola basket dengan nilai tegangan 1.111 volt dengan massa jenis 0.036 Kg/cm³.. Sedangkan tegangan maksimum terendah yang dihasilkan oleh bola tenis dengan nilai 0.556 volt dengan massa jenis 0.547 Kg/cm³.

Kata-kata kunci: Piezoelektrik; Trampolin; Tegangan listrik; Bola; Massa jenis

Abstract

Piezoelectric is an energy harvester that produces electrical energy when deflected. In addition, piezoelectric only requires repetitive pressure to get an electric voltage. One of the tools to produce repetitive pressure is a trampoline. And therefore, there is a need for research on trampoline reflections, one of which is reflection using several types of balls dropped on a trampoline that has been attached to a pezoelectric chain. In this study it can be concluded that the higher the fall of the ball, the higher the maximum value of the resulting stress, the highest maximum voltage produced by basketball with a voltage value of 1,111-volt at an altitude of 100 cm, while the lowest maximum voltage is generated by a tennis ball with a value of 0.388-volt voltage at a height of 50 cm. Whereas the smaller the density of the ball, the greater the maximum stress generated. The highest voltage generated by basketball with a voltage value of 1111 volts with a density of 0.036 Kg/cm³.. While the lowest maximum voltage generated by a tennis ball with a value of 0.556 volts with a density of 0.547 Kg/cm³.

Keywords: Piezoelectric; Trampoline; Electrical Voltage; Ball; Density

* Corresponding author E-mail address: fajar.mulyana@mesin.pnj.ac.id

1. PENDAHULUAN

Piezoelektrik adalah salah satu alat pemanen energi yang menghasilkan energi listrik ketika mengalami defleksi. Polarisasi partikel penyusun piezoelektrik terjadi saat defleksi sehingga menimbulkan konsentrasi muatan listrik. Ketika terjadi defleksi secara berulang, energi listrik yang dihasilkan dapat disimpan dalam penyimpan energi listrik yaitu baterai atau konduktor. Dimensi piezoelektrik yang kecil dan tipis menyebabkan defleksi kurang maksimal sehingga energi yang dihasilkan kecil. Oleh karena itu, piezoelektrik dikategorikan sebagai pemanen energi tingkat mikro.

Pemanfaatan pusaran udara (*vortex*) untuk menghasilkan getaran pada piezoelektrik yang dilakukan pada saluran pendingin udara dan dihasilkan daya antara 100-3000 mikro watt pada kecepatan angin 2-5 m/s [1]. Pemanfaatan *bluffbody* segitiga untuk menghasilkan pusaran udara sehingga dapat menggerakkan piezoelektrik dan menghasilkan tegangan listrik sebesar 5.2 volt [2]. Pemanfaatan air hujan untuk menggerakkan piezoelektrik dan mampu menghasilkan 0.72 DC volt [3]. Pengujian mobil pada prototipe polisi tidur dan melewati sebanyak 60 kali sehingga menghasilkan energi listrik sebesar 380 mV selama 1200 detik [4]. Percobaan pengaruh bola karet yang dimanfaatkan sebagai penumbuk pada piezoelektrik dan dihasilkan dimana tegangan listrik yang dihasilkan oleh satu bola sebesar 5.9-volt dan dua bola sebesar 7.7 volt [5]. Penelitian energi alternatif menggunakan piezoelektrik sistem kantilever dengan penambahan *bluffbody* segi tiga menghasilkan tegangan sebesar 0.037 mV [6].

Selain itu, piezoelektrik hanya membutuhkan tekanan yang berulang untuk mendapatkan tegangan listrik. Salah satu alat untuk menghasilkan tekanan yang berulang-ulang adalah trampolin. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh pantulan bola terhadap tegangan listrik yang dihasilkan oleh piezoelektrik yang dipasang pada trampolin dengan jarak ketinggian tertentu. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mencari potensi pembangkitan energi listrik yang terdapat pada trampolin dengan dipasangnya piezoelektrik pada matras trampolin.

Trampolin yang dijadikan alat uji adalah trampolin yang umumnya dipakai oleh anak-anak dengan ukuran diameter 95 cm dan tinggi 20 cm dari tanah. Trampolin dijadikan dasar penelitian karena anak-anak bermain trampolin tidak kenal lelah sehingga konversi energi yang terjadi pada alat permainan tersebut menjadi potensi untuk pengembangan alat pemanen energi.

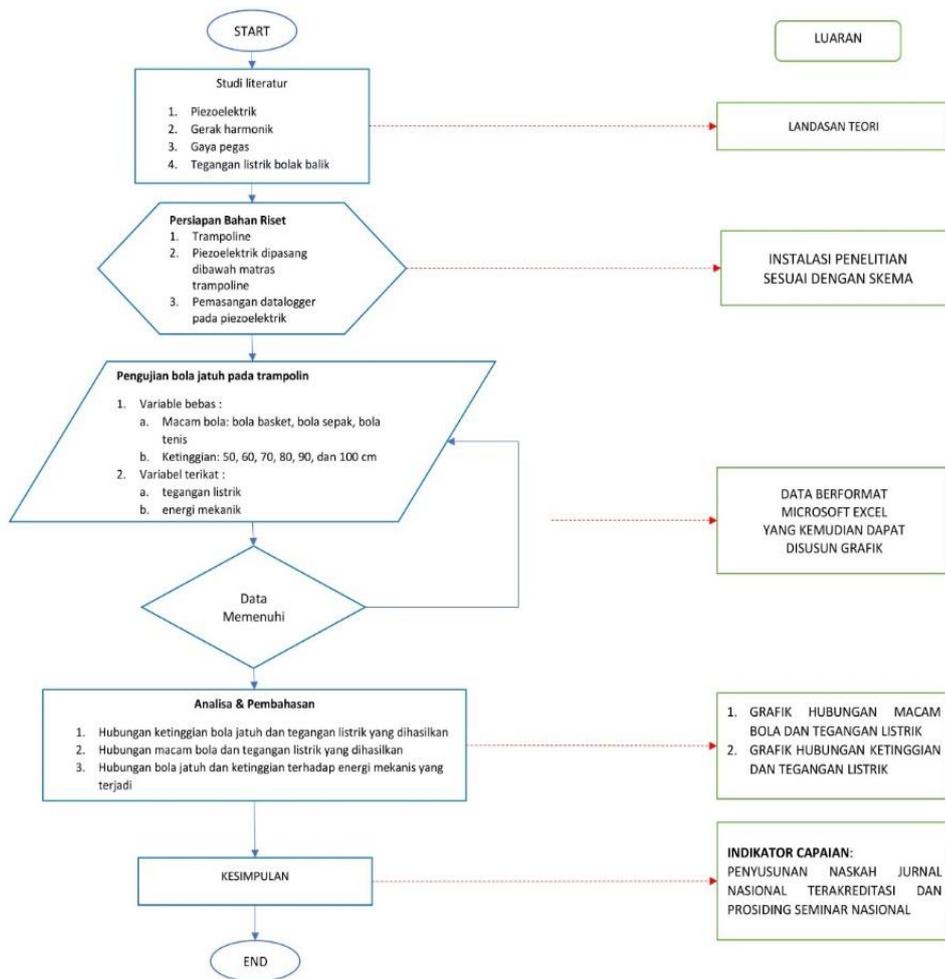
2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode percobaan penelitian secara nyata (*true experimental research*). Pada penelitian ini dilakukan uji jatuh pada beberapa jenis bola di beberapa ketinggian. Bola yang dipakai pada penelitian ini adalah bola basket, bola sepak, dan bola tenis. Ketinggian jatuhnya bola yaitu 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 cm. Hasil pengukuran dari penelitian ini adalah tegangan listrik yang dihasilkan dari piezoelektrik akibat adanya tumbukan bola dengan matras trampolin. Pengukuran menggunakan sistem akuisisi data voltase yang dapat menampilkan data berupa file Microsoft excel. Langkah-langkah pengambilan data dan luaran dari setiap kegiatan penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian pada gambar 1.

Alat, Bahan dan Instalasi penelitian

Berikut adalah variable-variabel yang dipakai dalam penelitian ini, yaitu:

1. Variabel bebas (*independent variabel*) adalah variabel yang besarnya ditentukan dan nilai variabel tersebut tidak dipengaruhi. Adapun variabel bebas yang ada dalam penelitian dan pengujian ini adalah:
 - a. Jenis bola yang dipakai yaitu bola basket, bola sepak, bola volley dan bola tenis.
 - b. Variasi ketinggian jatuhnya bola yaitu 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 cm.
2. Variabel terikat (*dependent variabel*) adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas, dimana variabel ini diketahui setelah peneliti dan pengujian ini dilakukan. Variabel terikat yang diamati pada penelitian ini adalah pengaruh jenis bola dan ketinggian jatuhnya bola terhadap tegangan listrik yang dihasilkan oleh piezoelektrik yang dipasang pada media trampolin.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Alat, Bahan dan Instalasi penelitian

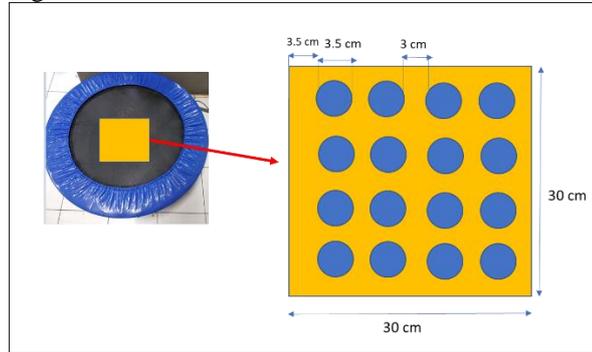
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Trampolin yang digunakan adalah yang berukuran diameter 95 cm dan mempunyai ketinggian 20 cm dari tanah, untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Trampolin

2. Piezoelektrik yang digunakan berbahan keramik dengan ukuran diameter 35 mm yang berjumlah 16 buah, ditempelkan lembaran sponge eva berukuran 30cm x 30cm dengan susunan 4 x 4 buah piezoelectric. Setelah itu lembaran *sponge eva* tersebut ditempelkan dibawah trampolin, untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 3.



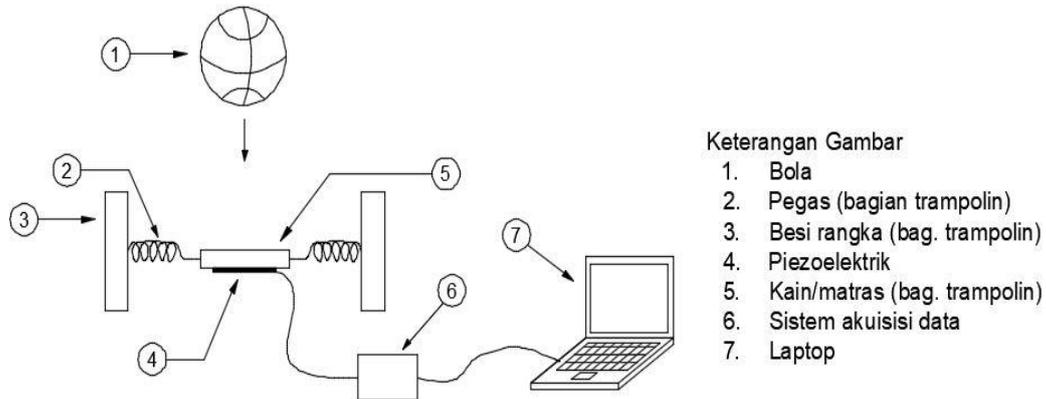
Gambar 3. Rangkaian *Piezoelectric* pada trampolin

3. Jenis bola yang dipakai adalah bola basket, bola sepak, bola volley dan bola tenis, untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Jenis bola yang digunakan

Rangkain piezoelektrik ditempelkan dibawah lapisan trampolin, kemudian dihubungkan dengan data logger untuk melihat tegangan listrik yang dihasilkan setelah dilakukan penjatuhan bola, seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Instalasi Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tiap bola mempunyai spesifikasi yang berbeda, dilihat dari ukuran bola, berat bola dan massa jenis bola. Berikut ini akan diperlihatkan ukuran-ukuran jenis bola, bisa dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Dimensi dari jenis bola yang digunakan.

No	Bola	Berat (Kg)	R Bola (cm)	Volume bola (cm^3)
1	Basket	0,415	1,4	11,488
2	Volley	0,315	0,96	3,704
3	Futsal	0,435	0,95	3,590
5	Tenis	0,09	0,34	0,165

Pada tabel 1 diatas, menunjukkan bahwa untuk bola basket mempunyai volume yang terbesar, tetapi mempunyai massa jenis yang terkecil. Sedangkan bola tenis mempunyai volume yang paling kecil, tetapi mempunyai massa jenis yang paling besar.

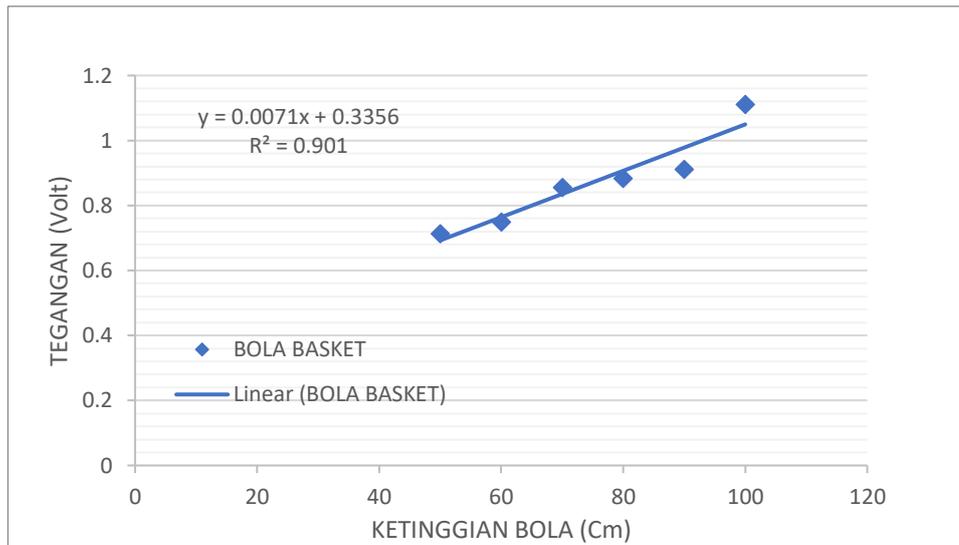
Sedangkan data tegangan yang dihasilkan, diolah berdasarkan nilai tegangan tertinggi dari tiap-tiap perlakuan. Data dikumpulkan dan dipilah berdasarkan jenis bola, ketinggian jatuhnya bola. Setiap ketinggian jatuhnya bola, dilakukan sebanyak 20 (dua puluh) kali penjatuhan, setelah itu diambil rata-rata tegangan maksimumnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai tegangan tertinggi dengan variasi jenis bola basket dan ketinggian bola.

Percobaan ke- Ketinggian	Tegangan Maksimum (volt)					
	50 (cm)	60 (cm)	70 (cm)	80 (cm)	90 (cm)	100 (cm)
1	0,789	0,491	0,924	0,570	0,680	0,123
2	1,104	0,612	0,571	0,728	1,124	2,106
3	0,789	0,581	0,850	0,808	1,011	0,985
4	0,536	0,425	0,697	1,062	0,607	1,194
5	0,769	1,014	1,057	0,750	0,868	0,638
6	0,663	0,513	0,614	0,900	0,442	0,614
7	0,531	0,559	0,748	1,093	1,685	0,452
8	0,684	0,657	0,483	0,669	1,361	1,062
9	0,778	1,056	1,493	1,307	0,591	0,988
10	0,504	0,551	0,752	0,676	1,226	1,385
11	0,574	1,840	0,723	0,970	0,491	0,544
12	0,673	0,988	0,826	0,930	1,655	0,774
13	0,493	1,016	0,754	0,770	0,764	0,767
14	0,493	0,953	0,487	0,675	1,346	1,874
15	1,016	0,730	0,896	0,743	0,375	1,915
16	0,634	0,554	1,187	0,663	0,852	1,018
17	0,715	0,496	1,002	0,730	0,726	1,992
18	0,908	0,764	0,432	1,073	1,680	1,168
19	1,060	0,638	1,200	1,188	0,402	1,838
20	0,571	0,563	1,416	1,373	0,349	0,784
Rata-Rata	0,714	0,750	0,856	0,884	0,912	1,111

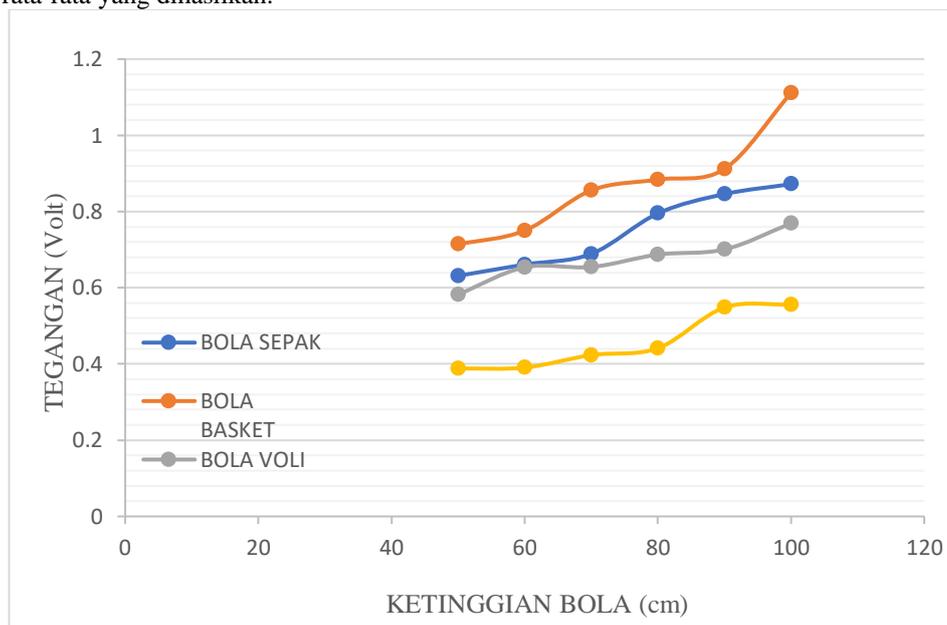
Dari tabel diatas, nilai maksimum tegangan yang dihasilkan terdapat pada variasi ketinggian jatuhnya bola 100 cm, dengan nilai tegangan rata-rata 1,111 volt. Sedangkan untuk nilai tegangan terendah terletak pada

ketinggian 50 cm, dengan nilai tegangan maksimum rata-rata 0.714 volt. Setelah itu dibuatkan grafik hubungan antara ketinggian jatuhnya bola dengan tegangan maksimum yang dihasilkan. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik hubungan antara ketinggian bola dan tegangan maksimum untuk bola basket.

Pada gambar 6, grafik hubungan antara ketinggian jatuhnya bola dengan tegangan maksimum yang dihasilkan untuk bola basket, terlihat bahwa semakin tinggi jatuhnya bola maka akan meningkatkan tegangan maksimum rata-rata yang dihasilkan.



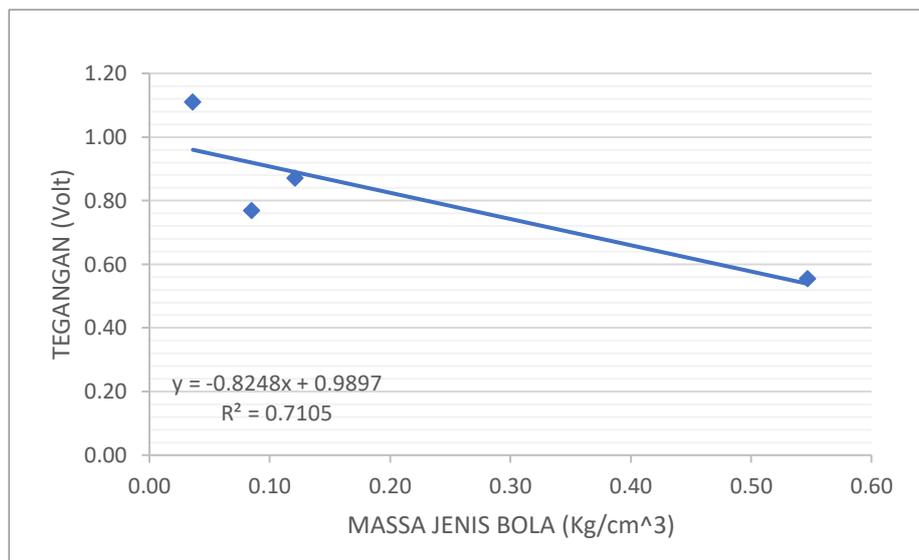
Gambar 7. Grafik perbandingan antara ketinggian bola dan tegangan maksimum semua bola

Pada gambar 7. grafik perbandingan antara ketinggian jatuhnya bola dengan tegangan maksimum yang dihasilkan, bisa dilihat bahwa semakin tinggi jatuhnya bola, maka semakin tinggi pula tegangan maksimum yang dihasilkan pada tiap bola. Sedangkan tegangan maksimum yang tertinggi dihasilkan oleh bola basket dengan nilai tegangan 1.111 volt pada ketinggian 100 cm, sedangkan tegangan maksimum terendah dihasilkan oleh bola tenis dengan nilai tegangan 0.388 volt pada ketinggian 50 cm. Hal ini terjadi karena energi mekanis yang terjadi pada bola. Energi mekanis pada saat bola sesaat akan menumbuk adalah energi kinetik yang dipengaruhi oleh kecepatan tumbuk. Nilai dari kecepatan tumbuk akan semakin besar jika ketinggian dijatuhkannya bola semakin tinggi. Selain itu, massa bola berpengaruh juga terhadap kecepatan tumbuk,

dimana massa bola yang besar akan memiliki energi potensial yang tinggi. Hubungan tegangan listrik dan massa dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Dimensi dari jenis bola yang digunakan dan tegangan maksimum yang dihasilkan.

No	Bola	Berat (Kg)	R Bola (cm)	Volume bola (cm^3)	Massa jenis (Kg/cm^3)	Tegangan (volt)
1	Basket	0,415	1,4	11,488	0,036	1,11
2	Volley	0,315	0,96	3,704	0,085	0,77
3	Futsal	0,435	0,95	3,590	0,121	0,87
5	Tenis	0,09	0,34	0,165	0,547	0,56



Gambar 8. Grafik pengaruh massa jenis bola dan tegangan maksimum yang dihasilkan

Pada gambar 8 tersebut memperlihatkan, semakin kecil massa jenis bola maka semakin besar tegangan maksimum yang dihasilkan. Hal ini bisa dilihat pada tabel 3 bahwa , tegangan tertinggi dihasilkan oleh bola basket dengan nilai tegangan 1.111 volt dengan massa jenis $0.036 Kg/cm^3$. Sedangkan tegangan maksimum terendah yang dihasilkan oleh bola tenis dengan nilai 0.556 volt dengan massa jenis $0.547 Kg/cm^3$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan yaitu:

1. Semakin tinggi jatuhnya bola, maka semakin tinggi pula nilai tegangan maksimum yang dihasilkan, tegangan maksimum yang tertinggi dihasilkan oleh bola basket dengan nilai tegangan 1.111-volt pada ketinggian 100 cm, sedangkan tegangan maksimum terendah dihasilkan oleh bola tenis dengan nilai tegangan 0.388-volt pada ketinggian 50 cm
2. Semakin kecil massa jenis bola, semakin besar tegangan maksimum yang dihasilkan, begitu pula sebaliknya. tegangan tertinggi dihasilkan oleh bola basket dengan nilai tegangan 1.111 volt dengan massa jenis $0.036 Kg/cm^3$. Sedangkan tegangan maksimum terendah yang dihasilkan oleh bola tenis dengan nilai 0.556 volt dengan massa jenis $0.547 Kg/cm^3$.

UCAPAN TERIMA KASIH (TEMPLATE STYLE: *HEADING 1*)

Ucapan terima kasih disampaikan atas pendanaan penelitian ini kepada DPRM BRIN melalui program Penelitian Dosen Pemula (PDP) pelaksanaan tahun 2020..

REFERENSI

1. Weinstein LA, Cacan MR, So PM, Wright PK. Vortex shedding induced energy harvesting from piezoelectric materials in heating, ventilation and air conditioning flows. *Smart Mater Struct.* 2012;
2. Kasum K, Mulyana F, Gamayel A. PIEZOELEKTRIK SEBAGAI PEMANEN ENERGI DENGAN PENAMBAHAN BLUFF BODY SEGITIGA. *Simetris J Tek Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.* 2018;
3. Almanda D, Dermawan E, Diniardi E, Syawaluddin, Ramadhan AI. Pengujian Desain Model Piezoelektrik PvdF Berdasarkan Variasi Tekanan. *Semin Nas Sains dan Teknol 2016.* 2016;
4. Yulia E, Permana Putra E, Ekawati E, Nugraha N. Polisi Tidur Piezoelektrik Sebagai Pembangkit Listrik dengan Memanfaatkan Energi Mekanik Kendaraan Bermotor. *J Otomasi Kontrol dan Instrumentasi.* 2016;
5. Sunard A, Gamayel A. Pemanfaatan Pantulan Bola Karet sebagai Pemanen Energi pada Piezoelektrik. *Pros Semin Nas Teknoka.* 2019;
6. Gamayel A. PANEN ENERGI MENGGUNAKAN PIEZOELEKTRIK SISTEM KANTILEVER DENGAN PENAMBAHAN BLUFF BODY. *J Tek Mesin.* 2017;
7. Putra DR, Oktoricoento JS, Sahrudin S, Mujirudin M, Ramza H, Heriyani O, et al. Energi Alternatif melalui Getaran Beban Mekanis. *Pros Semin Nas Teknoka.* 2018;