

# Desain Speed Bump Penyimpan Energi Berbasis Sensor Piezoelektrik

Zainal Abidin<sup>1\*</sup>, Ulul Ilmi<sup>2</sup>, M. Feri Bani Ashari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Lamongan

Jl. Veteran 53A Lamongan Jawa Timur

email: <sup>1\*</sup>zainalabidin@unisla.ac.id, <sup>2</sup>ululilmi@gmail.com, <sup>3</sup>feribaniashari@gmail.com

## Article Info

### Article history:

Received July 8<sup>th</sup>, 2022

Revised July 30<sup>st</sup>, 2022

Accepted August 8<sup>th</sup>, 2022

### Keyword:

Speed bump  
piezoelectric  
LED

### DOI:

<https://doi.org/10.48056/jeetech.v3i2.204>

## ABSTRACT

Study aims to help carry out the use of the function of the speedbump or better known as the speed bump which is often found in Indonesia. The number of vehicles that cross the road with the speedbump installed makes the author want to develop the force generated from the speedbump whether it can produce electrical energy through the piezoelectric effect, from this problem the author took the initiative to create a tool that can generate alternative electrical energy. This tool is made of several main circuits, namely piezoelectric sensors to generate electrical energy, charging control as a means of charging the battery. the battery as a reservoir of power generated from the piezoelectric sensor, LED lights as the output of the power generated by the piezoelectric sensor for street lighting. All assembled into a single unit into a miniature device. Based on the results of experiments that have been carried out by comparing the effectiveness and efficiency of the tool with the results of other similar tools, the difference between the two tests of the tool is not much different and is still at the same limit.

Copyright © 2022 Jurnal JEETech.  
All rights reserved.

### Corresponding Author:

Zainal Abidin

Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan

Jl. Veteran 53A Lamongan Jawa Timur

Email: zainalabidin@unisla.ac.id

*Abstrak*—Penelitian ini bertujuan untuk membantu melakukan pemanfaatan fungsi dari speedbump atau yang lebih dikenal dengan polisi tidur yang banyak dijumpai di Negara Indonesia. Banyaknya kendaraan yang melintasi jalan yang terpasang speedbump membuat penulis ingin mengembangkan gaya yang dihasilkan dari speedbump tersebut apakah bisa menghasilkan energi listrik melalui efek piezoelektrik, dari permasalahan tersebut penulis berinisiatif membuat alat yang dapat menghasilkan energi listrik alternatif. Alat ini terbuat dari beberapa rangkaian utama yaitu sensor piezoelektrik untuk menghasilkan energi listrik, charging control sebagai alat pengisian daya ke baterai, baterai sebagai tampungan daya yang dihasilkan dari sensor piezoelektrik, lampu LED sebagai hasil keluaran dari daya yang dihasilkan sensor piezoelektrik untuk lampu penerangan jalan. Semua dirangkai menjadi satu kesatuan menjadi sebuah alat dalam bentuk miniatur. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan dengan cara membandingkan nilai efektifitas dan efisiensi dari alat dengan hasil dari alat lain yang serupa, perbedaan dari kedua pengujian dari alat tidak jauh beda dan masih pada batas yang sama.

## I. Pendahuluan

Masalah yang sangat penting saat ini dihadapi seluruh dunia, termasuk kebutuhan energi listrik di Indonesia. Konsumsi listrik semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, meningkatnya pembangunan industri di segala bidang, dan juga pemakaian teknologi yang sangat bergantung kepada listrik. Salah satu cara untuk memenuhi demand energi listrik adalah dengan menambah pembangkit-pembangkit listrik, dan melibatkan produsen-produsen listrik untuk menjual kelebihan energi listrik produksinya kepada pemerintah. Salah satu revolusi energi yang dilakukan oleh berbagai pihak adalah memanfaatkan sumber-sumber energi terbarukan dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan dan juga sebagai cadangan energi. Persoalan lain akibat pertumbuhan dan berkembangnya pembangunan adalah berkembang pesatnya transportasi yang juga dihadapi di Indonesia adalah masalah jumlah kendaraan bermotor yang sangat banyak melewati daerah jalan raya, pemukiman, dan desa karena

peningkatan volume kendaraan [1]. Salah satunya dengan cara: dengan membangun suatu alat yang bisa memanfaatkan jumlah kendaraan bermotor sebagai sumber energi alternatif, khususnya energi listrik. Dengan cara membangun pembangkit listrik " *Speed Trap* ". Alat ini dibangun dengan harapan kendaraan bermotor yang melewatinya akan berhati-hati dengan mengurangi kecepatan dan bisa dimanfaatkan untuk menjadi energi alternatif terbaru [2].

"*Speed Trap*" biasa dikenal dengan sebutan "polisi tidur" pada kebiasaan masyarakat Indonesia. Alat ini merupakan alat yang cukup efektif digunakan sebagai sumber energi alternatif dengan memanfaatkan prinsip gaya pegas yang dapat menghasilkan energi listrik. Bilamana alat ini dikembangkan dan berhasil dimanfaatkan, maka alat ini akan memiliki energi potensial yang dapat dinaikkan menjadi energi listrik dari sumber yang belum kita sadari sebelumnya [3].

Pada *speed bump* akan terjadi perubahan energi kinetik dan energi potensial (gaya horizontal yang diberikan oleh tekanan) menjadi energi listrik yang disimpan dalam baterai dan siap digunakan untuk penerangan umum. Artinya tidak akan ada pemborosan energi. *Speed bump* yang difungsikan sebagai sumber energi haruslah ditempatkan pada posisi yang tepat dimana sangat tergantung pada frekuensi kendaraan yang melintasinya. Artinya jika ditempatkan pada posisi dimana frekuensi kendaraan konstan, maka daya listrik yang dihasilkan juga akan tinggi dan mampu mensuplai energi penerangan lampu jalan siang maupun malam hari.

Dari beberapa kajian penelitian sebelumnya, peneliti bermaksud mengembangkan *Speed Bump* sebagai salah satu sarana untuk memproduksi energi listrik, dalam penelitian ini saya melakukan penelitian awal secara mendasar untuk mempelajari karakteristik dan performa desain *speed bump* sebagai pembangkit energi listrik dengan sensor piezoelektrik.

**II. Metode Penelitian**

**a. Alat dan Bahan**

- Sensor Piezoelektrik
- Kabel penghubung
- Kapasitor
- Baterai
- Switch
- Lampu LED
- AVO meter
- Laptop

**b. Langkah Penelitian**

1. Melakukan kajian literatur tentang *speed bump* dan penyimpanan energi.
2. Mendesain prototipe sederhana dari sensor piezoelectric secara seri dan paralel untuk mendapatkan hasil pengujian.
3. Penggunaan sensor piezoelektrik untuk menghasikan energi listrik, charging control sebagai alat pengisian daya ke baterai. baterai sebagai tampungan daya yang dihasilkan dari sensor piezoelektrik, lampu LED sebagai hasil keluaran dari daya yang dihasilkan sensor

piezoelektrik untuk lampu penerangan jalan Semua dirangkai menjadi satu kesatuan menjadi sebuah alat dalam bentuk miniatur.

4. Dari hasil pengujian untuk mendapatkan karakteristik *speed bump* sebagai media untuk memanen energi (harvest) untuk disimpan dalam baterai.

**III. Hasil dan Pembahasan**

**a. Hasil Pengujian**

Perancangan prototipe dengan menyusun beberapa sensor piezoelektrik yang satu dengan yang lain untuk membentuk suatu generator pembangkit yang akan menghasilkan tegangan dan arus yang diperlukan. Penyusunan sensor piezoelektrik Pengujian dilakukan untuk mengetahui keluaran daya dari sensor piezoelektrik untuk dimanfaatkan sebagai sumber penghasil energi. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor piezoelektrik jenis PZT (*Lead zirconium titanate*). Blok rancangan sistem *speed bump* dapat dilihat pada gambar 4 berikut :

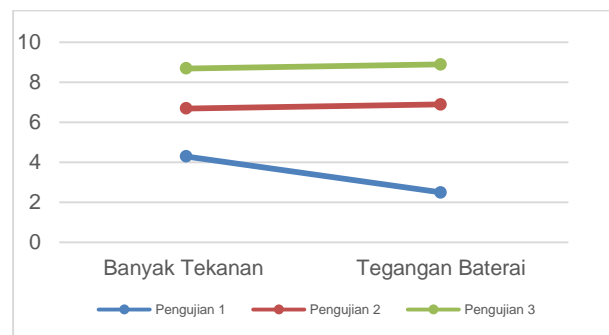


**Gambar 1. Blok sistem model speed bump**

Secara umum ada 2 model cara penyusunan piezoelektrik yakni dengan cara paralel dan juga cara seri. Pada tabel 1 adalah hasil pengujian sel piezoelektrik untuk pengisian baterai secara individu.

**Tabel 1. Pengujian sensor piezoelektrik**

No	Pengujian	Jumlah Tekanan	Tegangan pada Baterai
1	Pengujian 1	5	2,1 volt
2	Pengujian 2	10	4,2 volt
3	Pengujian 3	15	6,3 volt



**Gambar 2. Grafik Banyak tekanan dan tegangan baterai**

Berdasarkan hasil pengukuran setiap piezoelektrik ditekan oleh telapak tangan maka ada kenaikan tegangan. Semakin banyak tekanan yang dilakukan maka tegangan akan semakin besar nilai tegangannya begitu juga dengan energi

yang disimpan pada baterai juga semakin besar. Pada rangkaian ini banyaknya tekanan berbanding lurus dengan besarnya tegangan yang terukur di baterai. Dalam selang waktu yang sama, besarnya nilai tegangan yang dihasilkan piezoelektrik sebanding dengan besarnya frekuensi tekanan mekanik yang diberikan pada piezoelektrik.

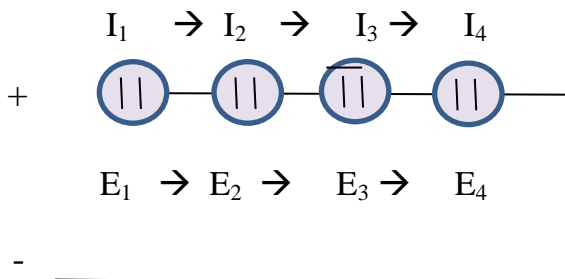


**Gambar 3 Pengujian Piezoelektrik Menggunakan Ketukan**



**Gambar 4. Pengisian Baterai Menggunakan Piezoelektrik**

Terdapat 2 cara penyusunan piezoelektrik yaitu secara paralel dan dihubungkan seri.



**Gambar 5. Piezoelektrik secara seri**

Pada rangkaian seri dapat dijelaskan bahwa jumlah total daya yang masuk suatu titik cabang sama dengan jumlah daya yang keluar tiap titik cabang tersebut, sehingga didapat persamaan 1 sebagai berikut:

$$E_{total} = E_1 = E_2 = E_3 = E_4 \quad (1)$$

$$I_{total} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \quad (2)$$

Keterangan :

E = Tegangan (V)

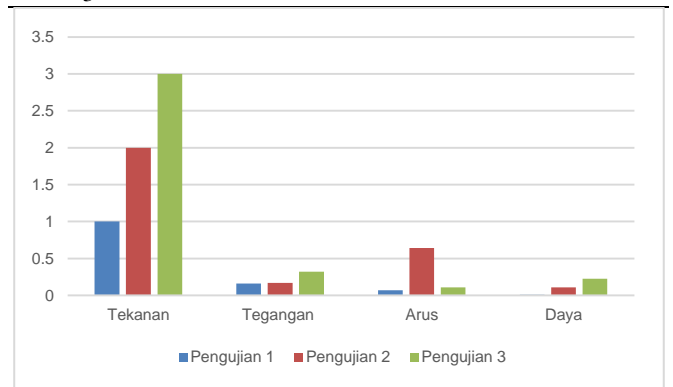
I = Arus (A)

Pada rangkaian seri, dapat diketahui jumlah total tegangan yang dihasilkan pada rangkaian seri adalah sama dengan jumlah tegangan yang dihasilkan tiap sensor piezoelektrik dan

jumlah total arus adalah penjumlahan arus yang dihasilkan tiap sensor piezoelektrik. Untuk persamaan rangkaian seri tertera pada persamaan 1 untuk total daya dan persamaan 2 untuk total arus yang dihasilkan.

**Tabel 2. Pengukuran Output Piezoelektrik Secara Seri**

No	Pengujian	Tekanan Ke	Tegangan	Arus	Daya (W)
1	Pengujian 1	1	0,16 volt	0,07 mA	0,0112
2	Pengujian 2	2	0,17 volt	0,64 mA	0.1088
3	Pengujian 3	3	0,32 volt	0,7 mA	0.224

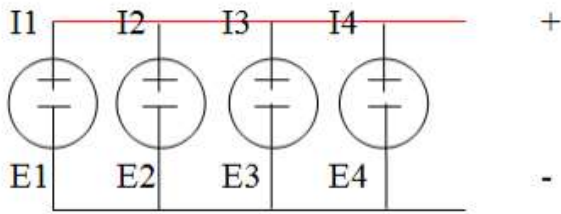


**Gambar 6. Grafik perubahan output tegangan dari uji tekan piezoelektrik seri**

Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel 2 di atas menunjukkan bahwa output tegangan dan arus yang dihasilkan dari sensor piezoelektrik yang dirangkai secara seri relatif kecil, hal ini disebabkan karena rangkaian seri sering mengalami penurunan tegangan arus yang masuk tidak kontinu.



**Gambar 7. Pengukuran Piezoelektrik Secara Seri**



**Gambar 8. Piezoelektrik secara paralel**

Rangkaian paralel dapat dijelaskan bahwa jumlah total daya yang masuk suatu titik cabang adalah penjumlahan daya yang keluar tiap titik cabang tersebut. Sehingga didapat persamaan 3 sebagai berikut.

$$E_{total} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 \quad (3)$$

$$I_{total} = I_1 = I_2 = I_3 = I_4 \quad (4)$$

Keterangan

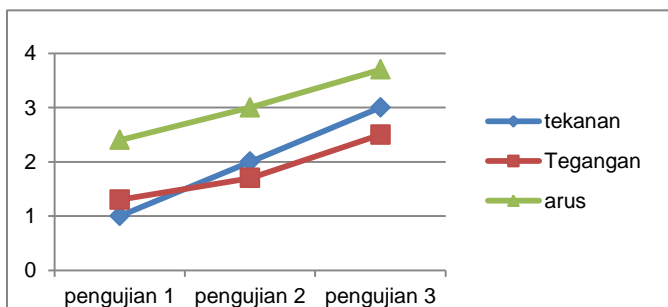
E = Daya (W)

I = Arus (A)

Pada rangkaian paralel, diketahui jumlah total tegangan yang dihasilkan pada rangkaian seri adalah penjumlahan tegangan yang dihasilkan tiap sensor piezoelektrik dan jumlah total arus adalah sama dengan arus yang dihasilkan tiap sensor piezoelektrik. Untuk persamaan rangkaian paralel tertera pada persamaan 3 untuk total daya dan persamaan 4 untuk total arus yang dihasilkan

**Tabel 3. Pengujian Output Piezoelektrik Secara Paralel**

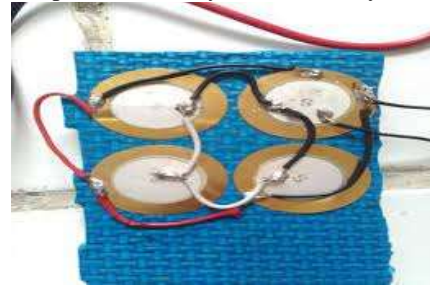
No	Pengujian	Tekanan Ke-	Tegangan	Arus	Daya (mw)
1	Pengujian 1	1	1,3 volt	2,4 mA	3.12
2	Pengujian 2	2	1,7 volt	3,0 mA	5.1
3	Pengujian 3	3	2,5 volt	3,7 mA	9.25



**Gambar 9. Grafik variasi keluaran V dan I piezoelektrik paralel**

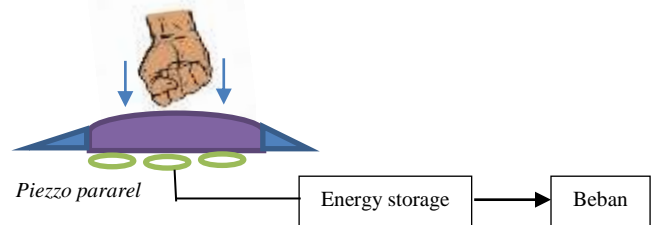
Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel 3 di atas menunjukkan bahwa output tegangan dan arus yang dihasilkan dari sensor piezoelektrik yang dirangkai secara paralel lebih besar daripada rangkaian secara seri, hal ini disebabkan karena

rangkaian secara paralel dapat mengumpulkan arus secara kontinyu meskipun masukannya tidak kontinyu.



**Gambar 10. Pengukuran Piezoelektrik Secara Paralel**

Implementasi *speed bump* sesuai dengan gambar blok sistem pada gambar 4, harvesting dari tekanan yang disimulasikan dengan tekanan tangan pada piezoelektrik dan mengukur nilai arus dan tegangnya. Konsep selanjutnya seperti pada gambar 14 dimana tekanan tetap menggunakan ketukan tangan pada speed bump yang dibawahnya terpasang piezoelektrik yang terpasang paralel. Tegangan yang keluar dari piezoelektrik akan disimpan dalam baterai yang diberikan indikator jika pengisian penuh. Selanjutnya baterai penyimpanan ini akan mensuplai beban lampu LED.



**Gambar 11. Rancangan Desain Percobaan**

Pada pengujian keseluruhan alat menggunakan berbagai macam beban khususnya berbagai jenis lampu atau led yang nantinya disuplai oleh alat tersebut, rangkaian yang digunakan adalah piezoelektrik yang dipasang secara paralel. Hasil pada pengujian ditunjukkan pada tabel 4.

**Tabel 4. Pengujian Alat Menggunakan Berbagai Beban**

No	Pengujian	Beban	Hasil
1	Pengujian 1	LED dot	Lampu menyala dapat
2	Pengujian 2	LED SMD	Lampu menyala dapat
3	Pengujian 3	Bolam LED	Lampu menyala dapat



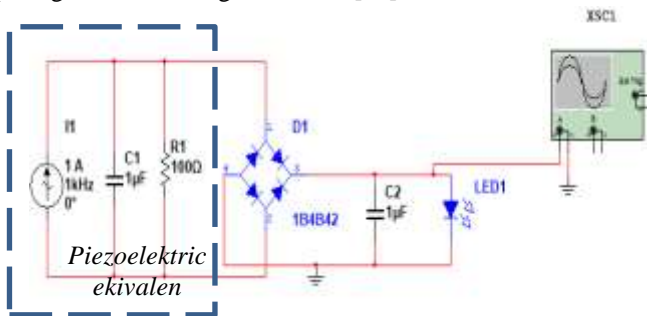
Gambar 12. Pengujian Alat Keseluruhan



Gambar 13. Pengujian Alat Keseluruhan

**b. Simulasi Piezoelektrik dengan Multisim**

Untuk menggambarkan karakteristik dan performa dari piezoelektrik dapat disimulasikan dengan software Multisim 12.0, rancangan piezoelektrik seperti pada skematik diagram pada gambar 14 sebagai berikut : [18]

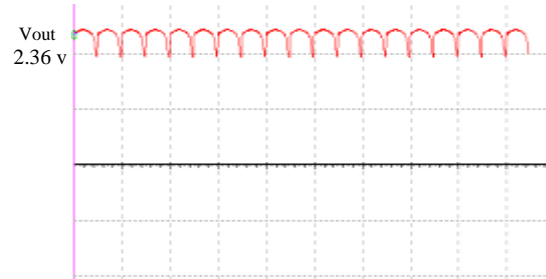


Gambar 14. Skematik diagram Piezoelektrik dengan Multisim

Pada *piezoelectric energy harvesting* terdapat rangkaian antar muka dan penyimpanan energi, rangkaian ekuivalen dapat dilihat pada gambar 14 [16]. Struktur piezoelectric dimodelkan sebagai sumber arus  $i_{eq}$  yang dipararel dengan kapasitor  $C_p$  dan resistansi bocor  $R_p$ . Arus  $I_{eq}$  secara proporsional mengalami vibrasi kecepatan  $x$  dengan hubungan :

$$I_{eq}(t) = ae x(t) \tag{5}$$

dimana  $ae$  adalah faktor tegangan struktur piezoelektrik. Rangkaian penyearah jembatan sebagai konversi energi dimana energi tersimpan pada kapasitor.



Gambar 15. Grafik output tegangan rangkaian piezo dengan Multisim

Dari skema piezoelektrik ekuivalen yang disimulasikan dengan Multisim 12.0, dengan pengukuran osiloskop dengan skala waktu 1 ms/div dan tegangan 1 v/div didapatkan tegangan output sebesar 2,36 Volt secara kontinyu dengan besaran arus yang konstan. Dalam hal ini tekanan mekanik yang diberikan dengan massa konstan akan memiliki nilai tegangan yang konstan juga.

**PENUTUP**

**Simpulan**

- *Speed bump* yang merupakan peralatan yang akan dilewati oleh kendaraan, atau energi mekanik dalam ini disimulasikan dengan tekanan telapak tangan dengan frekuensi tertentu akan semakin meningkatkan energi piezoelektrik.
- Piezoelektrik akan memiliki resultan tegangan yang lebih besar jika dihubungkan pararel. Pada pengujian dilakukan tekanan/ ketukan sebanyak 3 kali menghasilkan tegangan 2,5 volt, arus 3,7 mA dan Daya 9,25 mW. Untuk mendapatkan nilai tegangan yang lebih tinggi maka frekuensi tekanan mekanik pada speed bump harus dilakukan lebih maksimal.

**IV. Daftar Pustaka**

[1] A. Suryadi, E. A. Nugroho, and P. T. Asmoro, "Rancang Bangun Speed Bump Sebagai Pembangkit Listrik Energi Alternatif," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 307–312, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.4180.

[2] S. Setianto, L. K. Men, and A. Abdurrochman, "Desain Dan Pemodelan Sistem Pembangkit Listrik Berbasis Polisi Tidur (studi pengaruh variasi kecepatan kendaraan terhadap respon speed bump model massa-pegas-peredam)," *J. Ilmu dan Inov. Fis.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2017, doi: 10.24198/jiif.v1n1.1.

[3] H. Asy, A. Budiman, and A. Munadi, "Speed Bump sebagai Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan dan

- Terbarukan,” Teknol. Inf. Komun. Terap. 2013 (Semantik 2013), vol. I, no. November, p. 155, 2013.
- [4] “Pengertian Speed Bump (Polisi Tidur),” 2019. <https://adigunakaryapersada.co.id/2019/perbedaan-speed-bump-speed-hump-dan-speed-table/>.
- [5] W. Hendrowati, L. G. Harus, and I. N. Sutantra, “Pemodelan Dan Analisa Respon Getaran Kendaraan Akibat Pemasangan Mekanisme Multilayer Piezoelectric Vibration Energy Harvesting,” Digilib.Mercubuana.Ac.Id, 2012, [Online]. Available: [http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/t!@file\\_artikel\\_abstrak/Isi\\_Artikel\\_563620093045.pdf](http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/t!@file_artikel_abstrak/Isi_Artikel_563620093045.pdf).
- [6] D. Kho, “Pengertian Piezoelectric Buzzer dan Cara Kerjanya. <https://teknikelektronika.com/pengertian-piezoelectric-buzzer-cara-kerja-buzzer/>.
- [7] Arsyad, “Pengaplikasian Sensor Piezoelektrik,” BAB 2 Kaji. Teor., no. 1, pp. 16–72, 2017.
- [8] D. Kho, “Pengertian Inverter dan Prinsip Kerjanya.” <https://teknikelektronika.com/pengertian-inverter-prinsip-kerja-power-inverter/>.
- [9] “Alat Pengatur Pengisian Aki (Charge Controller).” <http://dayasurya.weebly.com/controller.html>.
- [10] D. Kho, “Pengertian Saklar Listrik dan Cara Kerjanya.” <https://teknikelektronika.com/pengertian-saklar-listrik-cara-kerjanya/>.
- [11] D. Kho, “Pengertian Baterai dan Jenis-jenisnya.” <https://teknikelektronika.com/pengertian-baterai-jenis-jenis-baterai/>.
- [12] Karim, Kaniawati, Fauziah, & Sopandi, 2008. Belajar IPA Membuka Cakrawala Alam Sekitar 2
- [13] Estiyanti Ekawati, Nugraha Tapran. 2016. Conference Paper. *Speed bump with piezoelectric cantilever system as electrical energy harvester*. ITB Bandung
- [14] Laksimwi, Ahlam. 2019. Speed Bump Generating Electrical Power. Al Akhawain University. Thesis.
- [15] [www.multisim.com](http://www.multisim.com). National Instrumen
- [16] Jinhui Lan, Quanlong Feng, Zhiwu Lu, Shuwei Xiao and Tong Lin .2012. Simulation of a Novel Piezoelectric Energy The 2012 World Congress on Advances in Civil, Environmental, and Materials Research (ACEM’ 12) Seoul, Korea, August 26-30 Harvester,