

## **SPEEDBUMP PIEZOELEKTRIK SEBAGAI ENERGI LISTRIK ALTERNATIF (STUDI KASUS GERBANG KAMPUS UBT)**

Fitriani<sup>1</sup>, Muhammad Said Fadillah<sup>2</sup>, Jordan Christian<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

<sup>1</sup>fitrianiubt22@gmail.com , fitriani@borneo.ac.id

<sup>3</sup>jchristian451@gmail.com

*Abstract— At this time technological advances mostly support human activities with various technological equipment that use electrical energy as a source of energy, this certainly makes electrical energy an inseparable part of all human activities. Because of this many studies have developed renewable energy sources, but many studies have focused more on developing large-scale energy sources, in the same way alternative energy sources on a small scale can be developed by utilizing the kinetic energy of wasted vehicles at the Borneo University of Tarakan Campus to generate energy by using piezoelectric speed bump media. The speed bump is designed in such a way by adding piezoelectricity as an energy generator, so that the kinetic energy from wasted vehicles can be used to generate alternative electrical energy. The method used is to calculate the number of vehicle mobility on the Tarakan Borneo University Campus and alternative energy produced by piezoelectric speed bumps based on the footing of the number of vehicle mobility on the Tarakan Borneo University Campus. The average number of vehicle mobility at the University of Borneo Tarakan Campus per day is Monday 5247, Tuesday 4184, Wednesday 4302, Thursday 4590, Friday 4091 and Saturday 2271. The energy generated is a piezoelectric speed bump at the University of Borneo Tarakan Campus every Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday Friday and Saturday are 2.48kW, 1.97kW, 2.02kW, 2.16kW, 1.92kW and 1.07kW.*

**Keywords—**Electrical energy, Piezoelektrik.

**Intisari—**Pada saat ini kemajuan teknologi sebagian besar menunjang kegiatan manusia dengan berbagai peralatan teknologi yang menggunakan energi listrik sebagai sumber energinya, hal ini tentu menjadikan energi listrik sebagai bagian yang tidak dapat terpisahkan dalam segala kegiatan manusia. Karena itu banyak penelitian mengembangkan sumber energi terbarukan, akan tetapi banyak penelitian yang lebih terfokus pada pengembangan sumber energi dengan skala besar, dalam hal yang sama sumber energi alternatif dengan skala kecil dapat dikembangkan yaitu dengan memanfaatkan energi kinetik kendaraan yang terbuang di Kampus Universitas Borneo Tarakan untuk menghasilkan energi dengan menggunakan media speed bump piezoelektrik. Speed bump dirancang sedemikian rupa dengan menambahkan piezoelektrik sebagai penghasil energi, sehingga energi kinetik dari kendaraan yang terbuang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik alternatif. Metode yang digunakan ialah menghitung banyaknya jumlah mobilitas kendaraan di Kampus Universitas Borneo Tarakan dan energi alternatif yang dihasilkan speed bump piezoelektrik berdasarkan pijakan dari jumlah mobilitas kendaraan di Kampus Universitas Borneo Tarakan. Jumlah rata-rata mobilitas kendaraan di Kampus Universitas Borneo Tarakan perharinya adalah Senin 5247, Selasa 4184, Rabu 4302, Kamis 4590, Jumat 4091, dan Sabtu 2271. Energi yang dihasilkan *Speedbump*

piezoelektrik di Kampus Universitas Borneo Tarakan setiap perharinya Senin, Selasa, Rabu, Kamis Jumat dan Sabtu adalah 2,48kW, 1,97kW, 2,02kW, 2,16kW, 1,92kW dan 1,07kW.

**Kata Kunci—**Energi Listrik, Piezoelektrik.

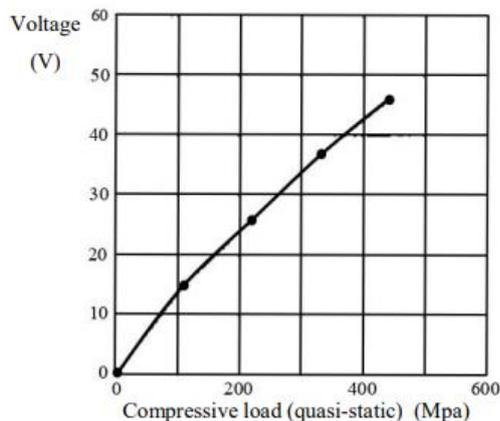
### **I. PENDAHULUAN**

Sumber pembangkit listrik yang utama sekarang adalah bahan bakar fosil, akan tetapi bahan bakar fosil merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui dan kesediannya yang terbatas karena memiliki jumlah massa tertentu dan apabila dipakai secara terus menerus tanpa adanya pembatasan tentu akan mengalami penurunan dan habis seiring berjalannya waktu. Produksi dan pemakaian bahan bakar fosil memiliki dampak buruk bagi lingkungan, selain itu bahan bakar fosil merupakan penghasil karbondioksida yang dapat mengakibatkan efek rumah kaca. Seiring meningkatnya kebutuhan energi serta tidak seimbangnya permintaan dan persediaan energi karena pasokan bahan bakar yang menggunakan fosil mengalami penurunan maka pengembangan sumber energi alternatif sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi saat ini [1]. Melihat beberapa tahun terakhir banyak penelitian dalam mengembangkan sumber energi terbarukan, baik dalam pengembangan sumber energi terbarukan dalam skala besar maupun kecil. Namun beberapa penelitian lebih terfokus pada pengembangan sumber energi skala besar, padahal jika melihat dengan kendala yang dihadapi, sumber energi baru dengan skala kecil dapat dimanfaatkan salah satunya dengan memanfaatkan peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang melintas jalan raya sekarang ini, maka potensi alternatif dan ramah lingkungan yang bisa dimanfaatkan dalam menghasilkan energi listrik salah satunya adalah memanfaatkan energi mekanik yang terbuang pada kendaraan bermotor untuk menghasilkan energi listrik dengan cara menggunakan media polisi tidur (speed bump) dengan mekanisme tertentu yang dirancang untuk menghasilkan energi listrik. Polisi tidur merupakan gundukan yang melintang di jalan yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan laju kendaraan. Pada dasarnya polisi tidur dibuat untuk menjaga agar pengendara tidak berkendara dengan kecepatan maksimal, yang membahayakan banyak orang serta untuk menjaga keteraturan berlalu lintas di jalan raya [2].

## II. LANDASAN TEORI

### A. Sensor Piezoelektrik

Nama piezoelektrik sendiri diambil dari bahasa Latin, Dimana piezin yang memiliki makna diperas atau ditekan dan piezo yang bermakna didorong. Bahan piezoelektrik sendiri untuk pertama kalinya ditemukan di tahun 1880-an oleh Jacques dan Pierre Curie. Piezoelektrik akan memberikan efek ketika suatu medan listrik tercipta dikarenakan material dikenai tekanan mekanik. Pada saat medan listrik melewati material, molekul yang terpolarisasi akan menyesuaikan dengan medan listrik, dihasilkan dipole yang terinduksi dengan molekul atau struktur kristal material. Perubahan molekul menyebabkan material berubah dimensi. Fenomena tersebut sering disebut dengan efek piezoelektrik. Pada umumnya bahan yang terkandung dalam piezoelektrik terdiri dari batuan, keramik, termasuk tulang dan juga polimer. Dimana bahan-bahan material tersebut berpotensi untuk membangkitkan besaran listrik sebagai respon dari tegangan mekanik yang diberikan pada material piringan piezoelektrik tersebut. Sifat reversibel yang dimiliki oleh piezoelektrik dapat dijelaskan sebagai berikut. Di dalam sebuah kristal piezoelektrik, muatan listrik positif dan muatan listrik negatif terpisah namun terdistribusi simetris sehingga kristal keseluruhan secara elektrik bersifat netral. Ketika diterapkan stress (tekanan), maka distribusi muatan yang simetris akan terganggu sehingga muatan menjadi tidak simetris lagi, dan muatan yang tidak simetris inilah yang menimbulkan medan listrik. Oleh karena itu bahan piezoelektrik sangat dimungkinkan sekali untuk dijadikan konverter antara energi listrik dan gerakan mekanis, dapat dilihat pada Gambar 1, bagaimana hubungan beban mempengaruhi piezoelektrik [3].



Gambar 1. Hubungan Beban Terhadap Piezoelektrik

### B. Pegas tekan

Pegas adalah elemen mesin flexibel yang digunakan untuk memberikan gaya, torsi, dan juga untuk menyimpan atau melepaskan energi. Energi disimpan pada benda padat dalam bentuk twist, stretch, atau kompresi. Energi di-recover dari sifat elastis material yang telah terdistorsi. Pegas haruslah memiliki kemampuan untuk mengalami defleksi elastis yang besar. Beban yang bekerja pada pegas dapat berbentuk gaya tarik, gaya tekan, atau torsi (twist force) [4]. Pegas dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis fungsi dan beban yang bekerja, yaitu

pegas Tarik, pegas tekan, pegas torsi, dan pegas penyimpanan energi.

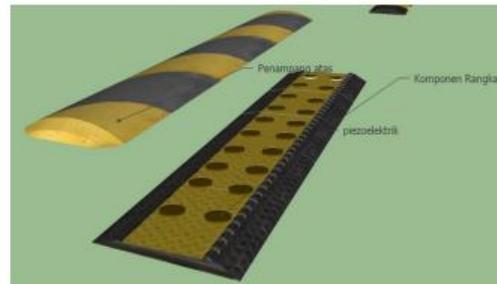
### C. Jembatan penyearah

Penyearah adalah alat yang digunakan untuk mengubah sumber arus bolak-balik (AC) menjadi sumber arus searah (DC). Pada penyearah jembatan, hanya ada 2 dioda saja yang menghantarkan arus untuk setiap siklus tegangan AC sedangkan 2 dioda lainnya bersifat sebagai isolator pada saat siklus yang sama [5].

## III. METODE PENELITIAN

### A. Perancangan alat

Perancangan alat ini menjadi awal langkah untuk menentukan rancangan pembangkit tenaga Speed bump (Polisi Tidur). Dalam langkah ini kita harus mempertimbangkan beberapa rancangan yang sekiranya dapat beroperasi maksimal apabila pembangkit ini telah diciptakan.



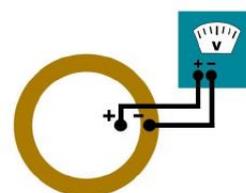
Gambar 2. Komponen spesifikasi *speedbump*

Pada komponen *Speedbump* yang akan dibuat seperti pada gambar 3.1 ialah dengan memosisikan sensor piezoelektrik di atas di atas komponen rangka dari polisi tidur, dimana piezoelektrik tersebut akan ditutupi dengan penampang agar terhindar dari kontak langsung dengan ban pada kendaraan.

### B. Pengambilan data

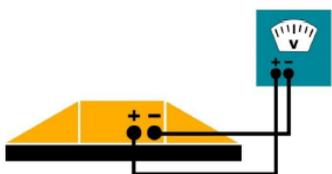
Data penelitian diambil berdasarkan jumlah perhitungan mobilitas kendaraan pada kampus Universitas Borneo Tarakan setiap perjamnya dalam waktu jam aktif kuliah, dimana perhitungan mobilitas kendaraan dimulai dari jam 07.00 sampai dengan 17.00, sehingga setiap kendaraan yang lewat akan dihitung terkhususnya untuk kendaraan roda 2 setiap perjamnya selama 1 minggu terhitung mulai hari Senin s.d. minggu. Setelah data hasil mobilitas diperoleh, maka dilanjutkan dengan pengambilan data dari keluaran piezoelektrik yang terdapat pada *Speedbump*, pada pengukuran keluaran *Speedbump* dilakukan dengan beberapa tahap,:

1. Pengukuran tegangan satu persatu dari piezoelektrik tanpa beban dengan penekanan



Gambar 3. Skema pengukuran tegangan satu persatu dari piezoelektrik tanpa beban dengan penekanan

- Pengukuran tegangan dari speed bump piezoelektrik dengan pemberian penekan energi mekanik dari kendaraan



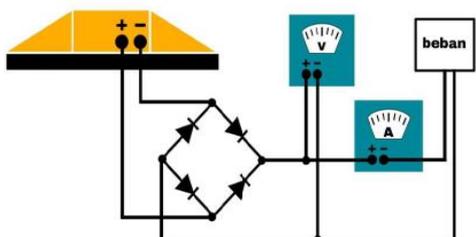
Gambar 4. Skema pengukuran tegangan dari *speed bump* piezoelektrik dengan pemberian penekan energi mekanik dari kendaraan

- Pengukuran pada kapasitor



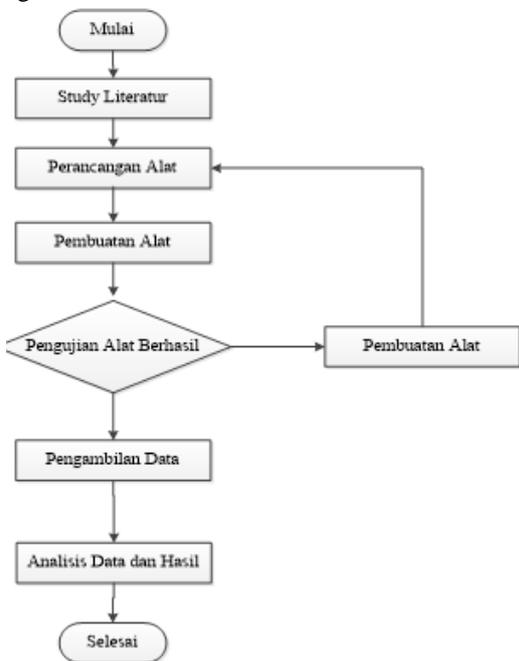
Gambar 5. Skema pengukuran tegangan pada kapasitor

- Pengukuran tegangan dan arus dari speed bump piezoelektrik dengan penyearah dan beban yang diberi penekanan energi mekanik dari kendaraan



Gambar 6. Skema pengukuran tegangan dan arus dari speed bump piezoelektrik dengan penyearah dan beban yang diberi penekanan energi mekanik dari kendaraan

C. Diagram alir



Gambar 7. Diagram alir

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil perancangan *Speedbump* piezoelektrik

Bagian dari kerangka speed bump ini merupakan salah satu komponen penting guna untuk meletakkan piezoelektrik. Dimana pada kerangka ini dibagi dari dua bagian, yaitu kerangka tengah yang di buat dari besi plat guna dapat memperkokoh dari benturan energi mekanik yang dihasilkan oleh kendaraan dan kerangka samping yang merupakan bagian dari sisi miring speed bump dengan kelandaian yang sesuai dengan peraturan.



Gambar 8. Kerangka pada *Speedbump* piezoelektrik

B. Hasil pengujian *Speedbump* piezoelektrik

- Pengukuran tegangan satu persatu dari piezoelektrik tanpa beban dengan penekanan.

Tabel I

Pengukuran tegangan satu persatu dari piezoelektrik tanpa beban

Piezoelektrik	Penekanan Ke1(VAC)	Penekanan Ke2(VAC)	Penekanan Ke3(VAC)
1	4.66	8.73	6.23
2	6.76	7.39	1.30
3	5.82	9.39	7.64
4	5,81	16,5	3,23
5	6,44	17,5	5,67
6	14,4	1,81	2,64
7	6,16	10,4	1,14
8	9,22	3,99	18,3
9	3,91	6,69	12,6
10	11,7	7,85	9,50
11	4,70	7,35	4,51
12	3,72	15,4	4,92
13	5,12	11,9	1,33
14	7,20	2,97	6,56
15	4,01	5,56	7,05
16	5,44	7,40	16,1
17	4,02	3,78	9,30
18	1,55	9,25	7,03
19	6,14	13,1	8,44
20	10,3	6,00	6,16
21	10,9	2,19	5,15

Piezoelektrik	Penekanan Ke1(VAC)	Penekanan Ke2(VAC)	Penekanan Ke3(VAC)
22	12,1	1,56	3,47
23	3,18	5,12	11,4
24	8,41	2,36	4,08
25	3,45	11,4	8,18

Berdasarkan tabel 1 dapat dijelaskan bahwa pada saat pengukuran tegangan satu persatu dari piezoelektrik tanpa beban dengan 3 kali penekanan pada setiap 1 piezoelektrik, dapat dilihat bahwa piezoelektrik menghasilkan tegangan nilai yang bervariasi hal ini disebabkan karena tekanan yang di terima pada setiap percobaan piezoelektrik juga bervariasi.

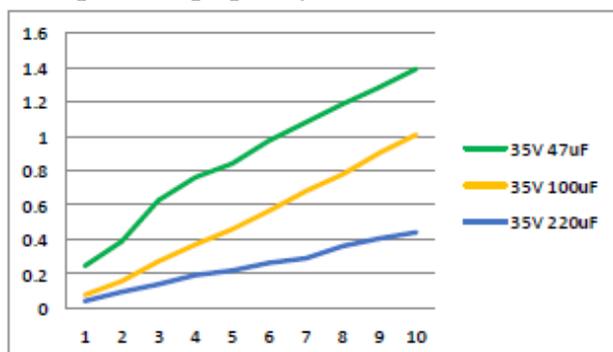
- Pengukuran tegangan dari speed bump piezoelektrik dengan pemberian penekan energi mekanik kendaraan.

Tabel II  
Pengukuran tegangan dari alat dengan pemberian beban

Penekanan	Tegangan Keluar (VAC)
1	7,37
2	6,97
3	4,71
4	5,13
5	7,48
6	6,37
7	10,6
8	8,30
9	8,75
10	6,85

Berdasarkan tabel 2 dapat dijelaskan bahwa ketika pengukuran tegangan dari speed bump piezoelektrik dengan pemberian penekan energi mekanik dari kendaraan sebanyak 10 kali penekanan didapatkan nilai tegangan yang berbeda beda dari setiap penekanan. Hal ini dikarena energi tekan dari kendaraan yang diterima speed bump bervariasi.

- Pengukuran tegangan kapasitor



Gambar 9. Grafik perbandingan tegangan keluaran pada kapasitor

Berdasarkan grafik pada gambar 9 dapat dijelaskan bahwa nilai kapasitansi kapasitor berbanding terbalik dengan nilai tegangan keluaran kapasitor. Sehingga semakin besar nilai kapasitansi kapasitor maka nilai tegangan yang keluar semakin kecil pada setiap penekanan, dan sebaliknya.

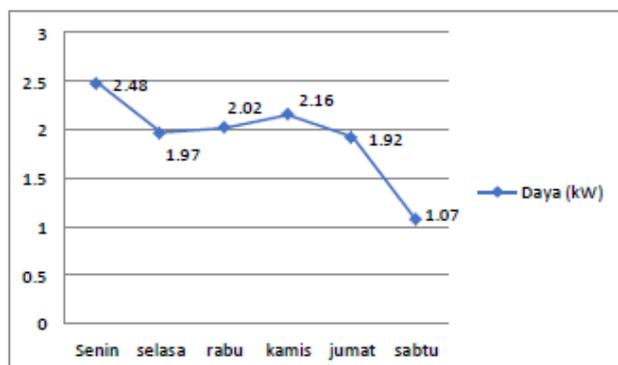
- Pengukuran pengukuran tegangan dan arus dari speed bump piezoelektrik dengan penyearah dan beban yang diberi penekanan energi mekanik kendaraan

Tabel III  
Daya keluaran dari speed bump piezoelektrik

Penekanan	Daya (W)
1	1,20
2	0,01
3	0,03
4	0,06
5	0,04
6	0,10
7	2,07
8	0,95
9	0,10
10	0,54
11	0,90
12	0,19
13	1,14
14	0,06
15	0,14
16	0,09
17	0,05
18	0,32
19	0,14
20	1,18
21	0,09
22	0,05
23	2,87
24	1,22
25	0,05
26	0,01
27	1,33
28	0,18
29	1,94
30	0,01

### C. Energi yang Dihasilkan Speed Bump pada Kampus Universitas Borneo Tarakan

Berdasarkan gambar 10. dibawah dapat dijelaskan bahwa banyaknya jumlah mobilitas kendaraan mempengaruhi jumlah energi yang dikeluarkan oleh speed bump piezoelektrik, dimana jumlah mobilitas kendaraan dengan energi yang dihasilkan oleh speed bump piezoelektrik berbanding lurus, sehingga semakin banyak jumlah mobilitas kendaraan semakin besar juga energi yang dihasilkan dan sebaliknya.



Gambar 10. Energi yang dihasilkan *speed bump* piezoelektrik pada kampus universitas borneo tarakan perhari

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Speed bump piezoelektrik ini berpotensi mengeluarkan energi yang dihasilkan dari energi kinetik setiap kendaraan dan energi kinetik dari setiap kendaraan sangat mempengaruhi tegangan dan arus keluaran dari speed bump piezoelektrik sehingga pada setiap percobaan menghasilkan nilai keluaran yang bervariasi.
2. Hasil energi dari keluaran speed bump piezoelektrik setiap penekanan menghasilkan nilai rata rata tegangan 4,78V, arus 0,10A dengan daya 0,47W, dan hasil energi yang dihasilkan pada Kampus Universitas Borneo Tarakan setiap perharinya Senin, Selasa, Rabu, Kamis Jumat dan Sabtu adalah 2,48kW, 1,97kW, 2,02kW, 2,16kW, 1,92kW dan 1,07kW.

## REFERENSI

- [1] Maulana, R. (2016), Pemanfaatan Sensor Piezoelektrik Sebagai Penghasil Sumber Energi Pada Sepatu, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [2] Yulia, E. (2016), Polisi Tidur Piezoelektrik Sebagai Pembangkit Listrik dengan Memanfaatkan Energi Mekanik Kendaraan Bermotor. Vol. 8, No. 1.
- [3] Simbolon, R. I. (2018), Rancang Bangun Taganing Elektrik Menggunakan Sensor Piezoelektrik dengan Algoritma Fuzzy Logic Berbasis Arduino Mega, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- [4] Al-Faruqi, M. J. (2016), Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Speed Bump Sebagai Sumber Energi Alternatif, Politeknik Negeri Padang, Padang.
- [5] Irfandi, M. (2015), Pengisian Baterai Handphone Berbasis Piezoelektrik, Politeknik Negeri Batam, Batam.