

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 *Speed Bump***

Secara ilmiah *Speed Bump* 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. Bila mana 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 (Setianto, S, L, K., dkk., 2017).

Pada *Speed bump* akan terjadi perubahan energi kinetik yaitu energi yang dihasilkan oleh kecepatan massa kendaraan (gaya horizontal yang diberikan oleh tekanan) menjadi energi listrik yang disimpan dalam baterai dan siap digunakan untuk mencukupi kebutuhan listrik masyarakat. Sehingga *speed bump* merupakan sumber energi baru dan terbarukan sekaligus optimalisasi energi pada kendaraan 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 potensial mensuplai energi untuk mencukupi kebutuhan listrik masyarakat.

#### **1. Cara kerja**

Untuk menghasilkan listrik *piezoelektrik* dibutuhkan energi yang bersumber dari kendaraan yang melintas, dalam hal ini kecepatan dan massa kendaraan

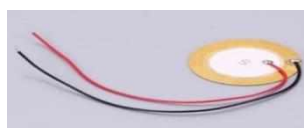
energi tersebut yaitu energi kinetik selanjutnya dikonversi menjadi energi mekanik melalui transmisi pada gear dalam bentuk putaran perlu ditekan dengan kecepatan tekanan tertentu, maka gerak naik turun dari *speed bump* diubah menjadi gerak memutar gear yang selanjutnya dimodifikasi untuk penghasil energi listrik.

## 2.2 Piezoelektrik

Piezoelektrik adalah suatu bahan cerdas yang menanggapi pengaruh dari tegangan mekanis atau tegangan listrik. Nama awalnya berasal dari bahasa Yunani yaitu *piezein* yang berarti menekan, sehingga khusus menerima tekanan. Bahan yang mampu memberikan pengaruh ke piezoelektrik adalah barium titanat dan beberapa jenis keramik. Piezoelektrik menggunakan prinsip momen dipol yang menyebabkan pepadatan muatan listrik dan perbedaan tegangan listrik ketika disekat.

Piezoelektrik merupakan salah satu jenis transduser yang memerlukan suatu energi untuk dapat bekerja. Perannya dalam hubungan kelistrikan ialah sumber tegangan listrik. Piezoelektrik dalam peran ini akan menghasilkan energi listrik ketika satu sumber energi yang lainnya telah terpenuhi.

Piezoelektrik dapat diaplikasikan untuk menghasilkan energi dengan memanfaatkan energi mekanik baik energi potensial maupun energi kinetik karena sifat bahan piezoelektrik yang dapat merubah energi mekanik tersebut menjadi energi listrik (Widodo, 2017)



Gambar 2.1 Piezoelektik

### 2.3 Gir (Gear)

Fungsi *gear* adalah salah satu komponen penting pada *speed bump* sebagai komponen transmisi daya pada sistem *speed bump* gear berfungsi untuk merubah gaya kinetik

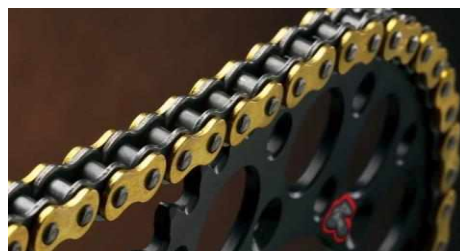


Gambar 2.2 gir

Sumber: <https://inspirasi pagi.id/fungsi-gear-pada-sepeda-motor/>

### 2.4 Rantai

Fungsi rantai memiliki peranan penting yaitu sebagai komponen transmisi gerak pada poros.



Gambar 2.3 rantai

### 2.5 Pegas

Pegas berfungsi sebagai penyerap kejutan dari landasan dan getaran kendaraan agar tidak diteruskan pada *speed bump* secara langsung.



Gambar 2.4 Pegas

Sumber :<https://www.studineews.co.id/gaya-pegas/>

## 2.6 Daya

Daya merupakan energi yang diperlukan untuk melakukan suatu usaha. Daya listrik menyatakan banyaknya energi listrik yang terpakai pada setiap satuan waktu. Untuk penggunaan sehari-hari, biasanya daya listrik diukur dalam satuan kilowatt (kW), dan waktu diukur dalam satuan jam (*hour*, disingkat h). Apabila satuan-satuan tersebut digunakan, maka energi listrik akan memiliki satuan kilowatt *hour* (kWh).

## 2.7 Jurnal Rujukan

Penelitian yang dilakukan oleh Banna K.H., 2019. Melakukan penelitian tentang desain dan analisa maximum power point tracking pada sistem pembangkit listrik dengan *piezoeletrik*, kajian uni berfungsi untuk mengetahui sistem MPPT yang biasa digunakan pada sel surya untuk bisa bekerja pada sistem yang berbeda yaitu dengan menggunakan sensor *piezoeletrik*. Sistem terdiri dari sensor *piezoeletrik*, rangkaian rectifer, DC-DC converter, PWM, dan microcontroller. Pembahasan masalah difokuskan pada pembuatan energi terbarukan dengan menggunakan energi kinetik melalui sensor piezoeletrik yang tegangannya akan dikontrol menggunakan metode maximum power point tracking (MPPT). Berdasarkan sistem yang dirancang didapatkan tegangan keluaran

*piezoeletrik* yang sangat kecil, dan dilakukan penyimpanan pada kapasitor untuk mendapatkan tegangan sebesar 3 volt. Dari tegangan ini, dilakukan metode MPPT yang tidak bisa dilakukan karna tegangan pada *piezoeletrik* mengalami penurunan drastis saat disambungkan ke DC-DC converter. Untuk mendapatkan tegangan 3 volt pada massa beban 50 kg dibutuhkan waktu 482 detik dengan perubahan kenaikan tegangan 0,0062 per 1 detik, pada massa beban 60 kg dibutuhkan waktu 453 detik dengan perubahan kenaikan tegangan 0,0066 per 1 detik, dan pada massa 70 kg dibutuhkan waktu 345 detik dengan perubahan kenaikan tegangan 0,008 per 1 detik.

Penelitian yang dilakukan oleh Ade S., 2018. Melakukan penelitian tentang pemanfaatan pantulan bola karet sebagai pemanen energi pada piezoeletrik, yaitu menjadi sumber energi yang menarik karena ramah lingkungan dan hanya membutuhkan tekanan berulang untuk menghasilkan listrik. Di sisi lain, bola karet adalah bola yang dapat melakukan gerakan pantulan secara berulang. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih jauh tentang potensi panen energi pada bola karet dengan memanfaatkan piezoeletrik. Metode penelitian yang dilakukan adalah mengetahui nilai tegangan listrik dari pengujian jatuhnya bola karet pada ketinggian 15, 20, 25 cm tepat diatas *piezoeletrik* berukuran 120 x 50 mm. Hasil penelitian didapatkan bahwa dua bola karet yang dijatuhkan pada ketinggian 25 cm memiliki nilai tegangan listrik tertinggi yaitu 7,712 volt. Ketinggian awal bola karet berpengaruh terhadap energi mekanik yang dihasilkan. Semakin tinggi bola karet, kecepatan saat menumbuk *piezoeletrik*

semakin cepat, sehingga lendutan pada piezoelektrik menjadi besar dan menghasilkan tegangan listrik.

Penelitian yang dilakukan oleh Hanifah L.Z., 2022. Melakukan penelitian tentang analisa daya *piezoelektrik* pada alat pencegahan penyebaran coronavirus terintegrasi IoT, yaitu memanfaatkan konsep harvesting energy, dimana mengubah getaran atau tekanan yang dihasilkan dari pijakan kaki menjadi energi listrik. Sistem yang diimplementasikan merupakan prototype yang terdiri dari tangga *piezoelektrik* dengan dihubungkan secara seri-paralel ke modul charging untuk mengisi daya dari baterai, dimana daya yang diperlukan yaitu 60 watt. Pengisian daya tersebut bertujuan untuk mengaktifkan seluruh sistem yaitu pada proses cuci tangan dan sensor pendeteksi masker serta pengukuran suhu tubuh yang dilakukan secara paralel. Sensor kamera dilengkapi dengan teknologi image processing untuk membedakan penggunaan masker. Sistem menggunakan kontroler Raspberry Pi yang berfungsi sebagai pengendali sistem dan penghubung ke server website. Hasil keseluruhan proses akan terintegrasi IoT dan disimpan pada database serta ditampilkan melalui website sebagai proses monitoring. Hasil akurasi sensor kamera menggunakan image processing yaitu didapatkan rata-rata 98,503%. Pada pengujian *piezoelektrik* keseluruhan sistem menggunakan beberapa massa 40 kg didapatkan hasil rata-rata tegangan keluaran sebesar 3,18 V dan arus 1,38 A serta langkah kaki sebanyak 3.517, untuk 50 kg tegangan luaran 3,88 V, arus 2,08 A dan langkah kaki 2.298, dan 60 kg dihasilkan tegangan rata-rata 5,28 V, arus 3,42 A serta rata-rata langkah kaki sebanyak 1.494.

Penelitian yang dilakukan oleh Wijaya Y.A.C., 2010. Melakukan penelitian tentang pengaruh luas permukaan *piezoelektrik disk* terhadap tekanan dan getaran dalam menghasilkan energi listrik, penelitian ini menguji *piezoelektrik disk* ini dengan uji tekanan dan uji getaran untuk melihat pengaruh luas permukaan *piezoelektrik disk* ini terhadap performanya dalam menghasilkan energi listrik. *Piezoelektrik disk* yang digunakan pada penelitian ini memiliki diameter sebesar 12 mm, 15 mm, 20 mm, dan 35 mm. Hasil pengujian didapatkan bahwa *piezoelektrik disk* dengan diameter 35 mm menghasilkan rata-rata tegangan listrik paling tinggi. Dari sini dapat disimpulkan bahwa tegangan yang dihasilkan oleh *piezoelektrik disk* berbanding lurus dengan luas permukaan piezoelektrik disk tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh Hendriawan A., 2014. Melakukan penelitian tentang *piezoelektrik* sebagai alternatif catu daya tambahan pada mobil listrik, dari hasil pengujian menunjukkan bahwa ada pengaruh terhadap pemberian besarnya tahanan beban pada tahanan *piezoelektrik*, makin besar tahanan beban maka tegangannya juga semakin besar dan tahanan dibawah 20 k tidak ada arus yang mengalir. *Piezoelektrik* memiliki daya output yang kecil akan tetapi dengan nilai impedansi internal yang tinggi. Oleh karena penggunaan *piezoelektrik* sebagai generator memungkinkan untuk digunakan dalam teknologi pada bagian mobil listrik yang membutuhkan daya kecil.

Penelitian yang dilakukan oleh Budi A.A., dkk., 2015. Melakukan penelitian tentang pembangkit listrik yaitu Arus lalu lintas dapat dimanfaatkan untuk pembangkitan listrik melalui tekanan roda kendaraan yang melewati alat pembangkit listrik yang menyerupai polisi tidur, alat tersebut dinamakan dengan

Pembangkit Listrik Tenaga Arus Lalu Lintas (PLTAL). Tekanan tersebut akan memutar roda gila gila (*fly wheel*) dan kemudian memutar generator. Listrik yang dihasilkan dari generator akan disimpan dalam aki, sehingga dapat digunakan sebagai sumber energi listrik bagi lampu lalu lintas. Daya yang dihasilkan dari satu set rangkaian PLTAL sebesar 28 Watt, dan daya yang dibutuhkan untuk seperangkat lampu lalu lintas sebesar 21,6 Watt. Berdasarkan pada hal tersebut maka satu set rangkaian PLTAL dapat memenuhi kebutuhan daya seperangkat lampu lalu lintas untuk lampu lalu lintas, dari hasil penelitian menunjukkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Mardian1 G.A., dkk., 2022. Melakukan penelitian tentang rancang bangun prototype speed bump zona sekolah berbasis mikrokontroler, Sistem yang dirancang pada alat telah berfungsi dengan baik, dapat dilihat pada data pengujian tabel 4.1 sampai dengan tabel 4.3, semua bagian alat baik perangkat keras maupun perangkat lunak berfungsi sesuai dengan sistem yang dirancang dan data pengujian menunjukkan kesuksesan dengan persentase 80%. Sensor HB100 yang digunakan sudah berfungsi dengan baik untuk mendeteksi laju kendaraan pada mobil remot kontrol 1 dan mobil remot kontrol 2. RTC (*Real Time Clock*) sebagai penjadwalan aktif/nonaktif speed bump bekerja dengan baik, dengan adanya penjadwalan pada speed bump dapat menjaga kinerja motor DC agar tidak cepat rusak.

Penelitian yang dilakukan oleh Ansusanto D., dkk., 2010. Melakukan penelitian tentang mereduksi kecepatan, Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis tingkat efektifitas dari beberapa bentuk polisi tidur dalam



fungsinya sebagai pengurang kecepatan kendaraan pada suatu ruas jalan. Hasil yang didapatkan Bentuk polisi tidur seperti di Jalan lingkungan UGM dekat RS Sardjito, paling efektif sebagai pengurang kecepatan kendaraan, semua jenis kendaraan yang lewat akan mengurangi kecepatan, Bentuk polisi tidur seperti di Jalan Ring Road Utara dan Jalan Babarsari kurang efektif sebagai pengurang kecepatan kendaraan, tidak semua jenis kendaraan yang lewat akan mengurangi kecepatan, Terdapat perbedaan antara kecepatan normal dengan kecepatan ketika melewati polisi tidur, kecepatan kendaraan akan berkurang pada saat mulai mendekati polisi tidur.

Penelitian yang dilakukan oleh Rahman D.R., dkk., 2022. Melakukan penelitian tentang sv-p (*road speed bump's vibration power plant*): pemanfaatan *speed bump* sebagai media konversi getaran jalan menjadi energi listrik alternatif ebt berbasis iot, tujuan dari penelitian ini adalah Bagi penulis, RSV-P sebagai wujud pengimplementasian ide dan ilmu yang harapannya dapat bermanfaat bagi masa depan, Bagi masyarakat, RSV-P dapat membantu masyarakat dalam menyediakan Bagi pemerintahan, Bagi instansi penghasil energi listrik, berperan dalam menciptakan inovasi energi terbarukan yang lebih terjangkau dan ramah lingkungan, Bagi pemerintah, RSV-P turut serta untuk menjadi alternatif Energi Listrik Terbarukan yang dapat menggantikan energi fosil tak terbarukan. hasil dari penelitian ini adalah menghasilkan energi listrik yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi pada lampu penerangan jalan. Sistem prototipe alat RSV-P ini menggunakan Node Mcu sebagai microcontroller yang mengendalikan piezoelectric sebagai converter getaran menjadi energi listrik. Energi yang

dihasilkan akan disimpan dalam baterai yang berfungsi sebagai daya untuk menghidupkan lampu jalan dan LCD untuk menampilkan tegangan yang dihasilkan. Untuk kedepannya, alat ini diharapkan mampu memberikan alternatif EBT yang ramah lingkungan untuk memberikan sumber energi penerangan jalan pada daerah tertentu, serta dapat membantu mengurangi jumlah polusi udara yang dihasilkan dari proses industri konversi suatu energi menjadi energi listrik.

## 2.8 Rumus Yang Digunakan

### 2.8.1 Rumus Menghitung Luas Penampang

Luas penampang ialah luas permukaan suatu bidang atau suatu permukaan.

Pada penelitian ini digunakan 3 model penampang diantaranya yaitu :

#### a. Luas segitiga

Segitiga adalah sebuah bangun datar yang tersusun dari 3 buah garis lurus dengan 3 titik, dengan mencari luas segitiga menggunakan rumus sebagai berikut:

$$L = \frac{1}{2} \cdot a \cdot T \dots\dots\dots (2.1)$$

Diketahui :

L = Luas segitiga (m<sup>2</sup>)

a = Panjang Alas Segitiga (m)

T = Tinggi Segitiga (m)

#### b. Setengah lingkaran

Lingkaran memiliki bentuk lengkung atau melingkar pada seluruh sisinya, dinyatakan dalam rumus :

$$L = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot r^2 \dots\dots\dots (2.2)$$

Diketahui :

L = Luas Lingkaran (m<sup>2</sup>)

$\pi$  = 3,14

r = Jari-jari Lingkaran (m)

### c. Trapesium

trapesium adalah bangunan segi empat yang kedua sisinya sejajar, namun tidak sama panjang. Dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$L = \frac{1}{2} \cdot t \cdot (A + B) \dots\dots\dots (2.3)$$

Diketahui :

L = Luas Trapesium (m<sup>2</sup>)

t = Tinggi Trapesium (m)

A = Sisi pendek trapesium a (m)

B = Sisi panjang trapesium b (m)

### 2.8.2 Kecepatan (v)

Kecepatan adalah jarak tempuh dalam satuan waktu, dengan kata lain kecepatan adalah hasil pembagian antara jarak dengan waktu dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots (2.4)$$

Diketahui :

$v$  = Kecepatan benda (m/s)

$s$  = Jarak atau perpindahan yang ditempuh benda (m)

$t$  = Waktu yang dicapai (s)

### 2.8.3 Gaya (F)

Gaya adalah interaksi apapun yang dapat membuat benda bermassa mengalami perubahan gerak dalam bentuk arah, dengan kata lain gaya adalah hasil perkalian antara massa dan percepatan dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$F = B_p \cdot g \dots\dots\dots (2.5)$$

Diketahui :

$F$  = Gaya (N)

$B_p$  = Beban pengereman (kg)

$g$  = Percepatan gravitasi bumi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

### 2.8.4 Kecepatan Sudut ( $\omega$ )

Kecepatan suatu titik kelajuan sudut yang disertai dengan arahnya, dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \dots\dots\dots (2.6)$$

Diketahui :

$\omega$  = Kecepatan putaran Sudut (rad/s)

$n$  = Putaran (rpm)

$\pi = 3,14$

### 2.8.5 Energi Kinetik ( $E_k$ )

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki benda saat benda bergerak dan energi kinetik dapat dihasilkan karena getaran, rotasi, dan translasi, dengan kata lain energi kinetik adalah hasil perkalian antara seperdua massa dikali dengan kecepatan dinyatakan dalam rumus:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot mv^2 \dots\dots\dots(2.7)$$

Diketahui :

$E_k$  = Energi kinetik (J)

$m$  = Massa (kg)

$v$  = Kecepatan (m/s)

### 2.8.6 Torsi ( $\tau$ )

Torsi adalah gaya pada sumbu putar yang dapat menyebabkan benda bergerak melingkar atau berputar, dengan kata lain torsi adalah hasil perkalian antara gaya dengan jari-jari dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$\tau = F \cdot r \dots\dots\dots (2.8)$$

Diketahui :

$\tau$  = Torsi (N.m)

$F = \text{Gaya (N)}$

$r = \text{Jari-Jari (m)}$

### 2.8.7 Daya Input *Speed Bump* ( $P_{in}$ )

Daya input merupakan hasil pembagian antara energi kinetik dan waktu yang dihasilkan oleh *speed bump* yang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$P_{in} = \frac{E_k}{t} \dots\dots\dots (2.9)$$

Diketahui :

$P_{in} = \text{Daya input (Watt)}$

$E_k = \text{Energi kinetik (J)}$

$t = \text{Waktu yang di tempuh (s)}$

### 2.8.8 Daya Output *Speed Bump* ( $P_{out}$ )

Daya output merupakan besaran daya yang dapat di konversi yang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$P_{out} = \omega \cdot \tau \dots\dots\dots (2.10)$$

Diketahui :

$P_{out} = \text{Daya output (Watt)}$

$\omega = \text{Putaran Sudut (rad/s)}$

$\tau = \text{Torsi (N.m)}$

### 2.8.9 Efisiensi ( $\eta$ )

Efisiensi *speed bump* adalah kemampuan *speed bump* energi kinetik menjadi daya listrik dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{in}}{P_{out}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.11)$$

Diketahui :

$\eta$  = Efisiensi (%)

$p_{out}$  = Daya yang dihasilkan *speed bump* (Watt)

$P_{in}$  = Daya input (Watt)