

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. TINJAUAN PUSTAKA

Asyari dkk (2013) menjelaskan ketergantungan masyarakat akan sumber energi listrik tidak ramah lingkungan dan meningkatnya permintaan listrik oleh masyarakat terhadap perusahaan listrik negara PLN sangat tinggi. Peningkatan tersebut akan mengakibatkan terjadinya *overload* terhadap energi listrik. Penelitian yang dilakukan untuk merancang *speed bump* yang digunakan sebagai sumber energi listrik yang ramah lingkungan. *Speed bump* tersebut digunakan sebagai energi alternatif dengan menggunakan sistem tuas. Sistem ini memanfaatkan *alternator* magnet permanen 2 kutub dengan keluaran arus AC sebagai pembangkit listrik dengan poros tuas yang dihubungkan pada rotor *alternator* tersebut, dengan menggunakan media *gear box*. Sistem pembangkit ini mampu menyuplai 2 lampu LED DC dan menyuplai arus pengisian akumulator, dengan gaya pijakan sebesar 608,2 Newton pada *speed bump* dengan kecepatan 650 rpm, dihasilkan tegangan 16,7 Vdc dan 2,6 A. Intensitas beban tertinggi lampu TL LED 6 Watt sebesar 4040 Lux dan beban lampu LED pijar 6 Watt sebesar 3020 Lux (Asyari dkk, 2013).

Dewanto (2013) menyatakan portal atau palang pintu biasanya dibuka dan ditutup oleh petugas secara otomatis dengan menggunakan motor listrik. Dalam satu siklus operasinya portal sebenarnya tidak membutuhkan tenaga listrik yang besar, tetapi jika hal tersebut terjadi berulang - ulang dalam jumlah yang besar maka akumulasi tenaga yang dikeluarkan juga semakin besar. Penelitian ini adalah merancang sebuah sistem mekanik dengan memanfaatkan bobot kendaraan yang melewati portal sebagai sumber energi. Gaya *impulsif* dari bobot kendaraan diubah menjadi tenaga rotasi untuk menggerakkan *flywheel* yang selanjutnya digunakan untuk menggerakkan generator listrik. Tenaga listrik yang dihasilkan kemudian disimpan ke dalam baterai kemudian digunakan sebagai cadangan listrik motor penggerak portal. Hasil pengujian perancangan alat ini mempunyai

efisiensi listrik dari pintu portal masing – masing dengan net usaha yang dihasilkan sebesar $0,7 \times 0,8 \times 1058 \text{ Nm} = 592 \text{ Nm}$. Nilai ini dua kali lebih besar dari net usaha yang diperlukan untuk membuka dan menutup portal yaitu sebesar 221 Nm.

Menurut Nugroho (2016) pemanfaatan potensi energi dari massa kendaraan yang melaju di jalan raya merupakan sebuah pemikiran untuk membantu mengurangi konsumsi energi listrik PLN untuk penerangan jalan raya. Penelitian ini diawali dengan membuat sebuah prototipe skala laboratorium dan melakukan uji coba menggunakan pembebanan manusia berbobot 63 kg. Daya listrik rata-rata yang dihasilkan pada uji coba alat ini adalah sebesar 0,1589 Watt dengan nilai arus dan tegangan yang keluar dari generator berturut-turut sebesar 0,068 Ampere dan 2,32 Volt.

Fazrin (2016) menyatakan bahwa potensi energi kinetik dari laju kendaraan yang melintas di jalan raya menjadi akan menghasilkan energi listrik. Penelitian yang dilakukan untuk menentukan nilai kekakuan pegas pada prototipe *speed bump* dengan skala laboratorium yang dimulai dengan menyiapkan pegas uji dengan menggunakan 6 variasi jenis pegas spiral dengan kekakuan yang beragam. Hasil pengujian yang dilakukan membuktikan bahwa nilai kekakuan yang dihasilkan 3,68 N/mm (pegas dengan kekakuan terkecil) mampu menghasilkan daya listrik 0,093 Watt. Sementara pegas dengan kekakuan terbesar hanya mampu menghasilkan daya listrik sebesar 0,05 Watt.

Menurut Guntur (2010) gaya yang terjadi pada *speed bump* digunakan untuk menggerakkan *fly wheel* dan diteruskan ke puli yang dihubungkan ke generator (dinamo sepeda). Gaya generator berupa putaran akan menghasilkan energi listrik yang disimpan pada baterai. Pada pengujian *speed bump* dengan massa pengendara 52kg dan variasi kecepatan sepeda motor 5, 10, dan 20 km/jam, dihasilkan tegangan 3V, 2,6 V dan 2,4V. Untuk massa pengendara 76kg dan variasi kecepatan 5, 10, dan 20 km/jam, dihasilkan tegangan 3,9V, 3,4V, 2,6V, dan untuk pengendara 100kg dengan variasi kecepatan 5, 10, dan 20 km/jam dihasilkan tegangan 5,6V, 4V dan 2,8V.

Perbedaan penelitian ini dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya adalah dengan menggunakan variasi beban dan cara input energi. Beban yang digunakan peneliti sebelumnya berupa kendaraan bermotor yang melaju pada *speed bump*, sementara pada penelitian ini menggunakan beberapa variasi beban. Beban yang digunakan berupa beban manusia yang menginjak *speed bump* pada alat prototipe. Variasi beban digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap daya listrik yang dihasilkan oleh *speed bump* pada prototipe ini.

2.2. LANDASAN TEORI

2.2.1. Energi

Energi adalah kemampuan untuk melakukan suatu tindakan atau kerja (usaha). Energi merupakan besaran yang kekal, dalam artian energi tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan, tetapi dapat diubah bentuknya ke bentuk lain. Kata “Energi” berasal dari bahasa Yunani yaitu “*ergon*” yang berarti kerja. Satuan Internasional energi adalah Joule (J), satuan ini untuk menghormati James Prescott Joule dan percobaannya dalam persamaan mekanik panas. Satuan lain energi adalah Kalori (Kal). Hubungan antara Joule dengan Kalori adalah sebagai berikut (Ismet, 2013).

$$1 \text{ Kalori} = 4,2 \text{ Joule atau } 1 \text{ Joule} = 0,24 \text{ Kalori}$$

Hubungan Joule dengan Satuan Internasional dasar lain:

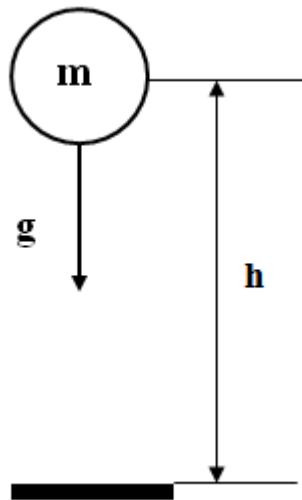
$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ Newton} \cdot \text{Meter dan } 1 \text{ Joule} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$$

Berdasarkan bentuknya energi dibagi tiga macam yaitu:

1. Energi potensial

Adalah energi yang dimiliki suatu benda karena posisi atau kedudukannya, artinya saat benda tersebut diam pada posisi tertentu.

Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 2.1. Analisa energi potensial suatu benda

Dari gambar 2.1. dapat dilihat bahwa benda yang jatuh dengan massa (m) dengan ketinggian (h), dengan besarnya percepatan gravitasi (g). Dapat dirumuskan bahwa besarnya energi potensial yang terjadi sebagai berikut :

$$E_p = m \cdot g \cdot h \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

- E_p = Energi potensial (Joule)
- m = Massa (kg)
- g = Percepatan gravitasi (m/s^2)
- h = ketinggian (m)

2. Energi kinetik

Adalah energi yang dimiliki suatu benda karena pergerakan atau kelajuannya, artinya suatu kemampuan untuk melakukan usaha agar dapat menggerakkan suatu benda dengan massa tertentu hingga mencapai suatu

kecepatan tertentu. Semakin tinggi kecepatan suatu benda maka semakin besar pula energi kinetiknya. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

E_k	= Energi kinetik (Joule)
m	= Massa (kg)
v	= Kecepatan (m/s)

3. Energi Mekanik

Adalah energi yang dimiliki suatu benda karena sifat geraknya. Energi mekanik merupakan gabungan antara energi potensial dan energi kinetik. Dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E_m = E_p + E_k \dots\dots\dots(2.3)$$

$$E_m = (m \cdot g \cdot h) + (\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2)$$

2.2.2. Hukum Newton

Hukum Newton adalah tiga hukum fisika yang menjelaskan dan memberikan gambaran hubungan antara gaya yang bekerja pada suatu benda dan gerak yang terjadi pada suatu benda kata Newton. Ketiga hukum tersebut dirangkum dalam karyanya "*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*". Hukum Newton dijelaskan dan digunakan untuk meneliti dan mengamati gerak dalam berbagai mekanisme maupun sistem (Ismet, 2013).

2.2.2.1. Hukum Newton I

Hukum Newton I adalah jika resultan (penjumlahan atau pengurangan gaya) yang berkerja pada benda sama dengan nol, maka benda yang semula diam akan tetap diam, dan benda yang bergerak lurus beraturan akan bergerak lurus

beraturan. Artinya apabila benda yang mempertahankan keadaannya maka benda tersebut berkerja sama dengan nol. Contohnya balok kayu yang ada di tanah akan tetap ditempatnya apabila tidak ada yang memindahkannya. Hukum Newton I dapat dirumuskann :

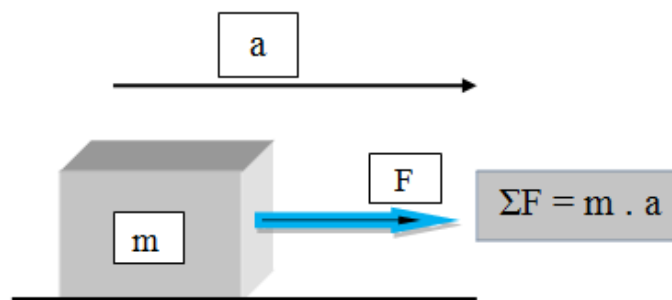
$$\Sigma F = 0 \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

ΣF = Resultan gaya (Newton)

2.2.2.2. Hukum Newton II

Hukum Newton II adalah jika resultan gaya/momen yang dikenakan pada sebuah benda tidak sama dengan nol, maka benda tersebut akan mendapatkan percepatan linier dan berbanding lurus dengan resultannya. Artinya jika masa (m) mengalami resultan gaya sebesar (F) akan mengalami percepatan (a) yang arahnya sama dengan arah gaya, dan berbanding lurus terhadap (F) dan berbanding terbalik terhadap (m) atau $\Sigma F = m \cdot a$



Gambar 2.2. Hukum newton II

Sehingga untuk gaya tekan yanag diberikan massa pada tuas *speed bump*, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\Sigma F = m \cdot a \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan ;

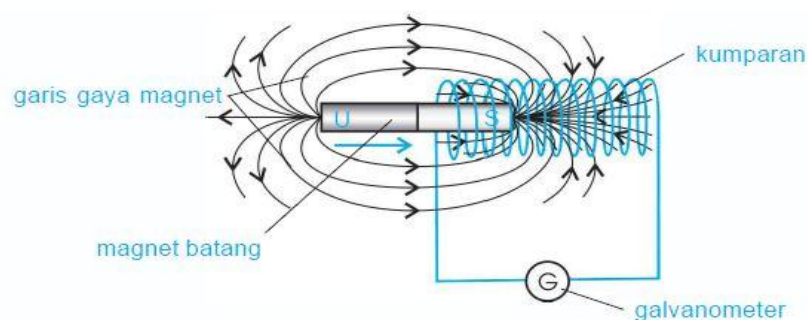
- ΣF = Gaya (Newton)
 m = Massa (kg)
 a = Percepatan (m/s^2)

Berdasarkan hukum Newton gaya tekan kendaraan terhadap *speed bump* yang terdapat di jalan raya dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan tuas yang terhubung dengan *speed bump* dan diteruskan ke dinamo sepeda sehingga menghasilkan energi listrik (Hasyim dkk 2013).

2.2.3. Induksi Elektromagnetik

Induksi elektromagnetik adalah arus listrik yang timbul akibat adanya pergerakan kumparan dan pergerakan kutup magnet yang berbeda. Besarnya arus yang terjadi pada ujung kumparan memiliki beda potensial atau (GGL) Gaya Gerak Listrik induksi. GGL yang terjadi karena adanya perubahan gaya magnet pada lingkup kumparan.

Basarnya induksi GGL di kedua ujung kumparan sebanding dengan perubahan fluks magnet, artinya makin cepat perubahan fluks magnet maka makin besar GGL yang terjadi. Adapun fluks magnet yang dimaksud banyaknya garis gaya magnet yang menembus suatu bidang (Iffa, 2011).



Gambar 2.3. Gaya gerak listrik

Sumber : www.duniapendidikan.net/pengertian-dan-rumus-gaya-gerak-listrik-ggl-induksi-menurut-percobaan-dan-bunyi-hukum-faraday.

GGL induksi yang dihasilkan dalam bentuk gelombang sinusoida yang dinyatakan :

$$\varepsilon = N_{AB} \omega \sin \omega t = \varepsilon_m \sin \omega t \dots \dots \dots (2.6)$$

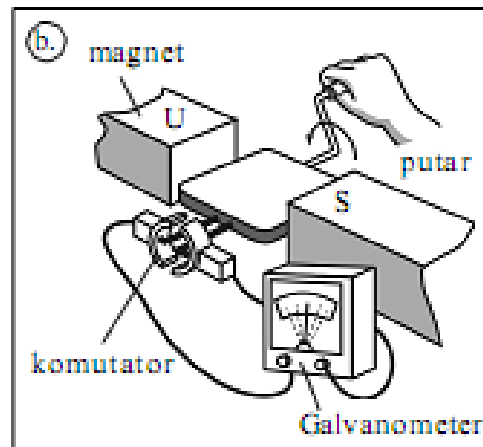
Keterangan :

- ε = GGL induksi (Volt)
- N_{AB} = Jumlah lilitan
- ω = Kecepatan sudut kumparan (*rad /s*)
- t = Waktu (s)

2.2.4. Generator

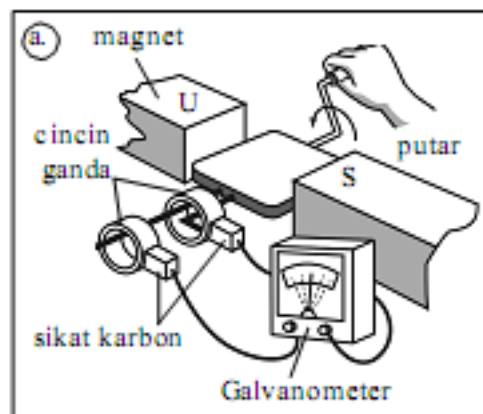
Generator adalah suatu alat yang menggunakan magnet untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Energi mekanik berasal dari air, uap, angin dll. Prinsip generator secara sederhana dapat dikatakan bahwa tegangan diinduksikan pada konduktor. Apabila konduktor bergerak pada medan magnet akan memotong garis gaya. Hukum tangan kiri berlaku pada generator, sehingga hubungan antara penggerak, arah medan magnet, dan arah resultan dari aliran arus terinduksi. Apabila ibu jari menunjukkan arah gerakan penghantar, telunjuk menunjukkan arah fluks, jari tengah menunjukkan arah aliran elektron yang terinduksi. Hukum ini juga berlaku apabila magnet sebagai pengganti penghantar yang digerakkan (Rinanda dkk, 2014).

Untuk pembangkit tenaga listrik skala kecil diperlukan sebuah generator dan sebuah pengatur tegangan agar tegangan konstan berupa *battrey charger*. Tegangan keluar generator yang berupa arus DC dapat digunakan untuk mengisi baterai (tegangan generator masuk ke dalam rangkaian *battery charger*) yaitu tegangan harus lebih besar dari tegangan baterai (Arriza, 2011).



Gambar 2.4. Generator arus DC

(Iffa, 2011)

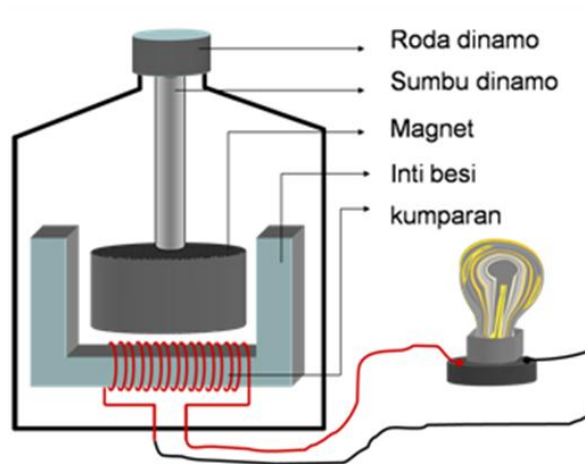


Gambar 2.5. Generator arus AC

(Iffa, 2011)

2.2.5. Dinamo Sepeda

Dinamo sepeda merupakan generator kecil yang berfungsi menghasilkan arus listrik dari energi mekanik berupa putaran ban sepeda. Pada dinamo sepeda menghasilkan arus yang sangat kecil, arus yang dihasilkan oleh dinamo sepeda berupa arus AC dengan output 6 Volt dan 12 Volt.



Gambar 2.6. Dinamo sepeda dan bagian-bagian dalam dinamo sepeda
(Pangestu, 2013)



Gambar 2.7. Dinamo sepeda
(Pangestu, 2013)

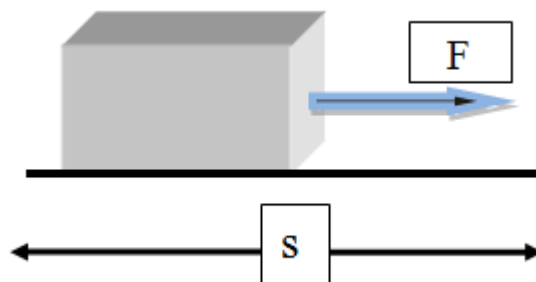
Prinsip kerja dinamo sepeda:

- Bagian atas dinamo (roda dinamo) dihubungkan ke roda sepeda, maka roda sepeda akan menghasilkan energi mekanik berupa putaran dari ban sepeda sebagai input generator.
- Kemudian roda dinamo akan turut berputar yang kemudian akan memutar magnet yang terdapat didalam dinamo.

- Dengan memutarinya magnet akan menyebabkan perubahan garis gaya magnet, karena dihubungkan dengan cincin geser, maka putaran pada kumparan akan menimbulkan GGL induksi.
- GGL induksi inilah yang menyebabkan timbulnya listik pada dinamo sepeda. Ketika putaran yang diterima oleh dinamo semakin cepat maka arus yang dihasilkan juga akan semakin besar dan sebaliknya apabila putaran dinamo kecil maka arus yang dihasilkan juga kecil.

2.2.6. Usaha dan Daya

Dalam istilah fisika usaha yang dilakukan suatu gaya didefinisikan sebagai hasil kali skala vektor gaya dan vektor perpindahan benda, atau hasil kali komponen gaya yang searah dengan perpindahan benda dengan besar perpindahan benda. Artinya besarnya energi yang diberikan oleh suatu gaya untuk merubah suatu benda sehingga benda tersebut dikatakan bergerak. Dalam ilmu fisika, usaha dilambangkan W (*work*) yang artinya dari kerja. Besarnya usaha dapat di rumuskan sebagai berikut (Satriawan, 2012)



Gambar 2.8. Usaha atau kerja

$$W = F \cdot s \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

W = Usaha (Joule)

F = gaya (Newton)

s = jarak perpindahan (m)

Daya adalah usaha yang dilakukan oleh benda persatuan waktu, artinya besarnya daya dipengaruhi oleh usaha yang dilakukan oleh benda dan waktu yang diperlukan untuk melakukan usaha tersebut. Secara matematika dapat ditulis sebagai berikut (Sunarti, 2004)

$$P = W/t \dots\dots\dots(2.8)$$

Karena $W = F \cdot s$ maka

$$P = (F \cdot s) / t \dots\dots\dots(2.9)$$

Besarnya kecepatan dirumuskan dalam fisika dasar dengan besarnya perpindahan dibagi waktu tempuh. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut;

$$v = s / t \dots\dots\dots(2.10)$$

Sehingga:

$$P = F \cdot v \dots\dots\dots(2.11)$$

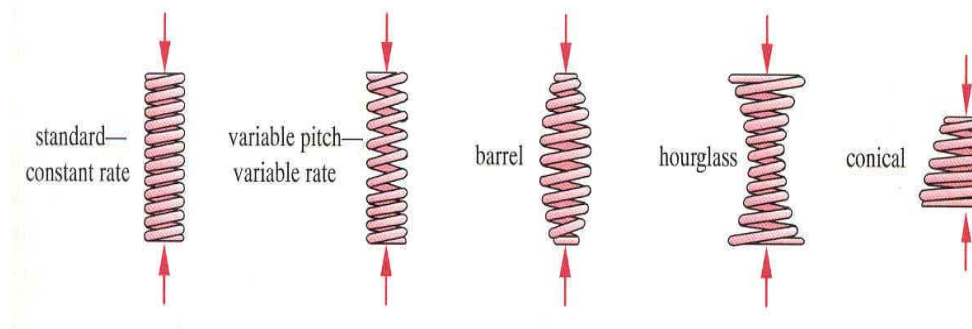
Keterangan:

- P = Daya (Joule/detik atau watt)
- W = Usaha (Joule)
- t = Waktu (detik)
- F = Gaya (Newton)
- v = Kecepatan (m/s)
- s = Jarak perpindahan (m)

2.2.7. Pegas

Pegas adalah suatu elemen yang *flexibel* yang digunakan untuk memberikan gaya, torsi dan untuk menyimpan atau melepaskan energi. Daya yang bekerja pada pegas berupa gaya tarik, gaya tekan, atau torsi. Energi yang disimpan

pada benda padat dalam bentuk *twist*, *stretch* atau kompresi. Pegas harus memiliki kemampuan defleksi elastis yang besar. energi di *recoveri* dari sifat elastis material yang terdistrosi sehingga beban yang bekerja pada pegas dapat berbentuk gaya tarik, gaya tekan, atau torsi. Umumnya pegas beroperasi dengan *high working stresses* dan beban yang bervariasi secara terus menerus (Hary, 2007)



Gambar 2.9. *Wire form spring*

(Hary, 2007)

Klasifikasikan pegas berdasarkan pembebanannya:

1. Pegas tarik (*tension springs*)
2. Pegas tekan (*compression spring*)
3. Pegas puntir (*torsional spring*)
4. Pegas gulung (*wound spring*)

Klasifikasikan pegas berdasarkan bentuknya:

1. Pegas ulir / pegas helix

Fungsinya:

- Mengatur beban sesuai tekanan yang diinginkan
- Mengatur gerakan.
- Menahan beban tarik.
- Menahan beban puntir.

2. Pegas daun

Fungsi pegas daun adalah sebagai pelunak tumbukan dan kejutan.

3. Pegas cincin.

Fungsi dari pegas cincin untuk menahan beban tekan yang sangat besar dengan defleksi kecil.

4. Pegas batang puntir.

Fungsi pegas batang puntir ialah:

- Menerima beban dan memberi reaksi puntiran.
- Penyeimbang
- Suspensi

2.2.7.1. Defleksi pagas

Defleksi pagas didefinisikan sebagai perbandingan pendeknya pagas dengan rapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut (Allen dkk, 1961).

$$y = \frac{8 D D^3 n}{d^4 G} = \frac{8 W C^3 n}{d G} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

- y = Defleksi (m)
- W = Beban aksial (N)
- D = Diameter pagas rata – rata (m)
- n = Jumlah lilitan aktif
- d = Diameter kawat (m)
- G = Nilai modulus (N/m²)

Selain persamaan diatas, besar nilai kekakuan pagas juga dapat ditentukan dengan persamaan dibawah ini (Allan dkk, 1961).

$$K = \frac{F}{y} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

- K = Kekakuan (N/m)
- F = Gaya (N)
- y = Defleksi (m)

2.2.8. Baterai

Baterai adalah sebuah alat yang terdiri dari dua atau lebih sel elektrokimia yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik. baterai memiliki dua kutup yaitu kutup positif (katoda) dan kutup negatif (anoda). Baterai dapat menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia yang kemudian akan dikeluarkan apabila dipergunakan. Ketika digunakan energi listrik dalam baterai akan habis sehingga dibutuhkan proses pengisian kembali energi listrik. proses pengisian ini biasanya disebut *charging*.

2.2.9. Speed Bump

Speed bump adalah sebuah mekanisme alat yang diletakkan pada jalan raya yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan dari kendaraan dengan tujuan keamanan. Perancangan ini dikembangkan sebuah *speed bump* yang memiliki fungsi ganda yaitu untuk mengurangi kecepatan kendaraan dan sebagai pembangkit daya. Gerak laju kendaraan yang terjadi diubah menjadi gerak naik turun. Gerakan pada *speed bump* kemudian diubah menjadi gerak rotasi pada sistem pembangkitan daya yang kemudian menghasilkan energi listrik (Maulana, 2014).

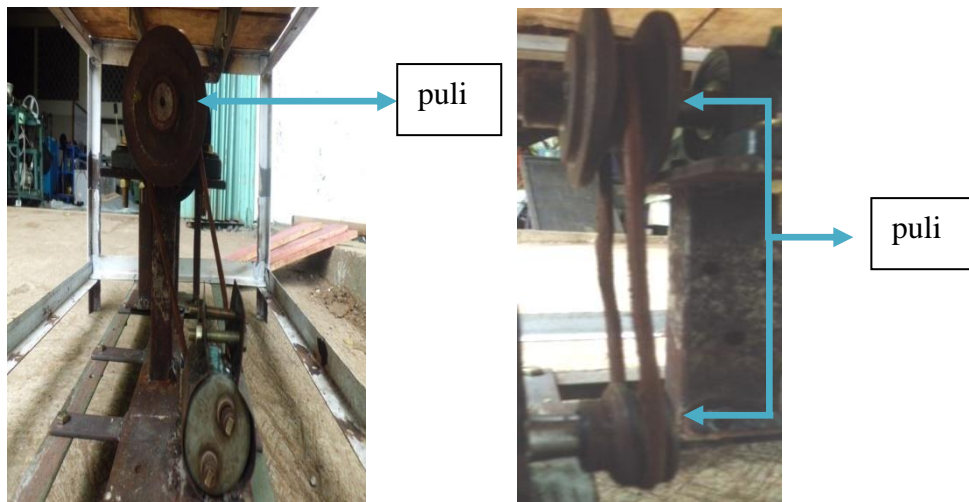


Gambar 2.10. *Speed bump*

2.2.10. Puli (V-belt)

Puli adalah suatu elemen mesin yang dapat digunakan untuk mentransmisikan torsi dan gerakan putar komponen satu ke komponen lainnya.

Puli juga berfungsi untuk mengatur kecepatan berdasarkan gaya sentrifugal pada poros. Puli memiliki alur yang terletak diantara dua pinggiran, dialur puli biasanya terdapat kabel atau sabuk. Puli biasanya digunakan untuk memindahkan daya, untuk mengubah arah gaya, meneruskan gerak rotasi, atau memindahkan beban yang berat. Umumnya putaran motor dengan putaran poros berbeda tergantung pada perbandingan kecepatan putar yang diinginkan. Torsi dan kecepatan putaran pada motor penggerak dan poros yang digerakkan di tentukan oleh rasio diameter puli (Fahmi, 2010)



Gambar 2.11. Puli

1. Kelebihan dari puli adalah:
 - a. Harga cukup murah.
 - b. Cara pemasangan yang cukup mudah.
2. Kelemahan dari puli adalah
 - a. Mudah terjadi slip.
 - b. Tidak dapat meneruskan putaran dengan perbandingan yang tetap.
3. Jenis puli (V-belt)
 - a. V-belt tipe L
 - b. V-belt bersudut lebar
 - c. V-belt untuk putaran variabel.

Perhitungan geometri untuk dua puli standar dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \dots \dots \dots (2.9)$$

keterangan:

i = rasio kecepatan sudut

n_1 = putaran puli 1 (rpm)

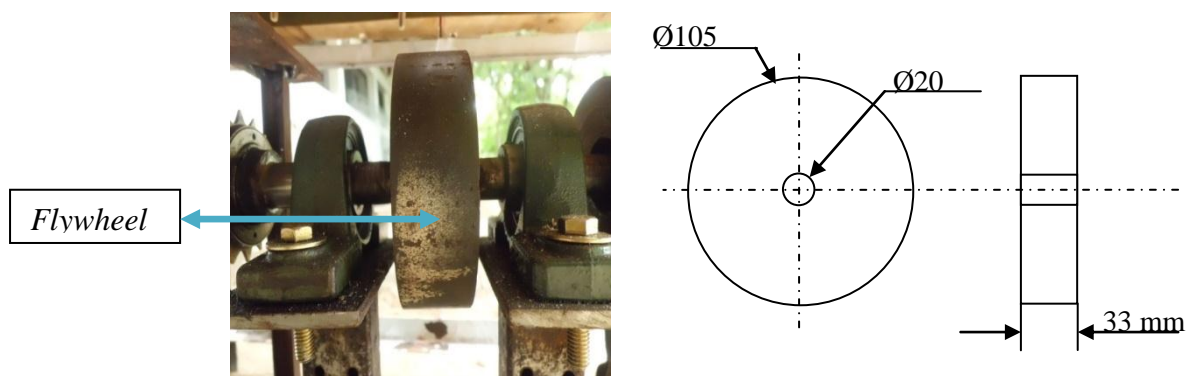
n_2 = putaran puli 2 (rpm)

d_2 = diameter pitch puli penggerak (mm)

d_1 = diameter pitch puli penggerak (mm)

2.2.11. Flywheel

Flywheel adalah sebuah piringan yang karna beratnya dapat menahan perubahan kecepatan yang drastis sehingga gerak putar pros menjadi lebih halus. *Flywheel* merupakan perangkat mekanik yang berputar dan digunakan untuk menyimpan energi rotasi dan memiliki momen inersia, sehingga dengan demikian mampu menahan perubahan kecepatan rotasi. Jumlah yang energi yang tersimpan didalam *flywheel* sebanding dengan kuadrat kecepatan rotasi sehingga energi yang ditransfer ke *flywheel* dengan menggunakan torsi akan meningkatkan. Energi yang tersimpan pada *flywheel* diteruskan ke beban mekanik dalam hal ini beban mekanik berupa puli dan dinamo sepeda dengan torsi (Prstiyo, 2013)



Gambar 2.12. *Flywheel*

Momen inersia untuk flywheel yang terbentuk silinder pejal dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$I = \frac{1}{2} mR^2 \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

I = Momen inersia (kg. m²)

m = Massa cakram (kg)

r = Jari-jari cakram (m)

Sedangkan energi kinetik rotasi adalah energi yang tersimpan dalam suatu benda saat melakukan gerakan rotasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\tau = I \alpha \dots\dots\dots(2.11)$$

$$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2 \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

τ = Torsi (kg.m²/s²)

I = Momen inersia (kg.m²)

α = Percepatan sudut (rad/s²)

E_k = Energi kinetik rotasi (Joule)

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

2.2.12. Freewheel

Freewheel adalah suatu alat yang berfungsi untuk mentransmisikan tenaga atau daya dari alat satu ke alat yang lainnya, sehingga unit alat tersebut dapat menghasilkan sebuah gerakan (putaran/torsi). *Freewheel* pada konsep speed bump merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengubah energi dari tuas *speed bump*. Energi dari *speed bump* yang berupa energi mekanik diubah menjadi energi rotasi dengan menggunakan *freewheel (gear box)*, yang kemudian energi

dari *freewheel* yang berupa energi rotasi diteruskan ke *flywheel* untuk meningkatkan energi yang ada.

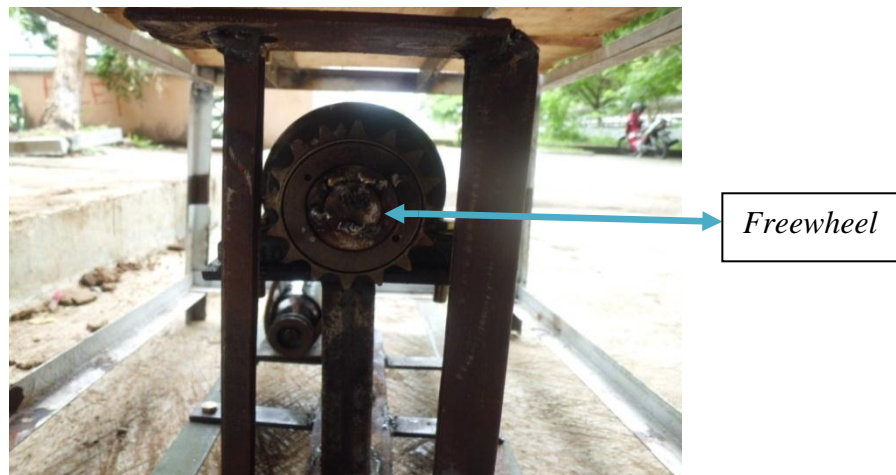
Freewheel/ gear banyak sekali tipenya tergantung pada rancangan yang akan menggunakan. Namun secara umum terbagi menjadi 2 yang masing masing memiliki jenisnya sendiri diantaranya:

1. Gear luar (gear eksternal)

Gear luar adalah gear yang bagian bergeriginya terletak di bagian luar silinder.

2. Gear dalam (gear internal)

Gear internal yaitu gear yang geriginya terletak di bagian dalam piringan. Gear jenis ini bentuknya seperti tutup botol.



Gambar 2.13. *Freewheel*/gear eksternal