

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

Dalam studi pustaka penulis menggunakan referensi berupa tulisan artikel, informasi dari internet, serta tugas akhir, untuk informasi perancangan dan pelaksanaan penelitian ini.

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Penelitian oleh Saripuddin M, Suradi (2011) mengenai " analisa pengaruh berat roda gila (*flywheel* ) terhadap akselerasi kendaraan". Perubahan berat roda gila dapat mempengaruhi kecepatan kendaraan dimana semakin bertambahnya putaran mesin sebagai akibat dari berkurangnya berat roda gila, maka kecepatan kendaraan semakin bertambah, pemakaian roda daya standar dengan berat 95,06 kg dengan putaran maksimum 2800 RPM, kendaraan mengalami kecepatan 64.87 Km/jam dan pada saat dimensi berat roda gila mengalami pengurangan berat hingga 86,24 kg menghasilkan putaran mesin 2939,23 RPM dan menyebabkan naiknya kecepatan kendaraan 68,05 Km/jam. Jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh ketika massa roda gila dalam keadaan standar dengan berat roda gila yang telah dimodifikasi, kecepatan bertambah sebesar 3,18 Km/jam.

Penelitian oleh Moh. Syaikhu Aminudin (2010) mengenai "studi aplikasi *flywheel* energi storage untuk meningkatkan dan menjaga kinerja pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh)". Penggunaan *flywheel energi* storage yang berbentuk cakram atau silinder pejal dapat meningkat energi kinetik rotasi serta torsi putaran turbin dari mini plant mikrohidro. Energi kinetik rotasi dan torsi dari turbin miniplant mikrohidro terus meningkat 0,825 sampai 6,212 joule dan 0,009

sampai  $0,045 \text{ kgm}^2/\text{s}^2$  seiring dengan peningkatan variasi jari-jari 0,055 sampai 0,15 m selama *flywheel* tersebut massanya sama dan berputar dengan kecepatan sudut yang sama. *Flywheel energi storage* dapat diaplikasikan pada suatu miniplant mikrohidro sehingga dapat dipastikan bisa diaplikasikan juga pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) dengan skala yang sebenarnya.

Penelitian oleh Arif Setiarso mengenai “studi eksperimental pengaruh penambahan *flywheel* terhadap karakteristik energi bangkitan pada *micropower* generator tipe radial topology “. *Micropower* generator tipe *radialtopology* dengan jumlah lilitan 2000 dan 4 buah magnet neodmium ini mempunyai hasil volatase dan daya bangkitan yang tepat pada gap 1 m dan aplikasi penggunaan 1500 RPM. Dengan kata lain, dapat disimpulkan spesifikasi generator ini adalah 13 Volt 1500 RPM. Serta jika pada aplikasi penggunaan tertentu yang membutuhkan konstruksi dengan gap 2 dan 3 mm, penggunaan yang tepat pada tingkat kecepatan dibawah 1000 RPM. Pada pengujian pengaruh penambahan *flywheel* dengan dimensi tebal 5 mm dan jari-jari 40 mm, voltase bangkitan yang dihasilkan menjadi lebih konstan. Hal tersebut disebabkan karena dengan penambahan *flywheel*, momen inersia dari mekanisme menjadi lebih besar

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Flywheel

*Flywheel* atau sering disebut roda gila adalah sebuah komponen yang terdapat pada semua kendaraan roda empat. *Flywheel* merupakan sebuah piringan yang karena beratnya dapat menahan perubahan kecepatan yang drastis sehingga gerak putaran poros mesin menjadi lebih halus. Fungsinya hampir sama dengan baterai yang membedakan hanya cara penyimpanannya yang mana pada baterai energi di simpan secara kimiawi sedangkan pada *flywheel* energi di simpan dengan cara memutar porosnya. Untuk dapat menyimpan energi poros *flywheel* harus berputar dengan sangat cepat sesuai dengan kecepatan maksimal penggerak utama.[1]



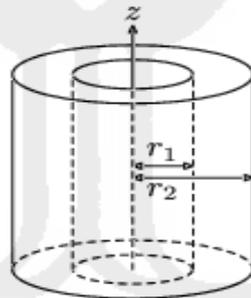
**Gambar 2.1** *Flywheel*

Mekanisme penyimpanan energi pada *flywheel* menggunakan prinsip gerak rotasi poros, energi disimpan dalam bentuk energi kinetik rotasi. Besarnya energi yang tersimpan pada *flywheel* tergantung pada momen inersia dan kecepatannya saat berputar, *flywheel* akan menyimpan energi saat berputar karena dikenai gaya dalam bentuk energi kinetik rotasi dan akan melepaskan energi tersebut saat gaya yang mengenainya berkurang atau dihilangkan.

Sebuah *flywheel* bisa berputar sampai puluhan ribu RPM tergantung dari material yang menyusunnya, semakin padat dan keras material suatu *flywheel* semakin bagus karena dengan volume yang kecil massanya semakin besar dan selain itu juga akan semakin tahan jika diputar dengan kecepatan tinggi [4]. Dari fungsi tersebut dapat dikatakan *flywheel* dapat digunakan untuk menghasilkan energi yang baru dari energi yang sudah terpakai.

Untuk mengetahui daya maksimal yang dapat dihasilkan oleh *flywheel* langkah pertama adalah menghitung torsi. Sebelum menghitung torsi, perlu diketahui berapa berat dan jari-jari *flywheel* untuk dapat mengetahui besar momen inersianya. Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung momen inersia sesuai dengan bentuk bendanya [6]:

1. Silinder berongga

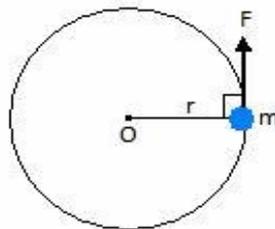


**Gambar 2.2** Silinder berongga

$$I = mr^2$$

2.1

2. Benda pejal



**Gambar 2.3** Benda pejal

$$I = (1/2) mr^2 \quad 2.2$$

Dimana :

I = Momen inersia (Kg m<sup>2</sup>)

m = Massa *flywheel* (Kg)

r = Jari-jari *flywheel* (m)

Setelah diketahui nilai momen inersia sehingga torsi dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\tau = I \cdot \alpha \quad 2.3$$

Dimana :

$\tau$  = Torsi (Nm)

I = Momen inersia (Kg m<sup>2</sup>)

$\alpha$  = Percepatan sudut (rad/sec<sup>2</sup>)

Setelah mendapatkan nilai torsi barulah dapat dihitung besar daya yang dapat dihasilkan oleh *flywheel* tersebut. Besar daya tersebut dapat diketahui menggunakan persamaan:

$$P = \frac{2\pi n \tau}{60} \quad 2.4$$

Dimana :

P = Daya maksimum (Watt)

$\tau$  = Torsi (Nm)

n = RPM maksimum

Setelah mendapatkan nilai dari daya maksimum yang di dapat sehingga dapat diketahui efisiensi yang di hasilkan oleh *flywheel* tersebut menggunakan persamaan:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} 100\% \quad 2.5$$

Dimana:

$\eta$  = Efisiensi

$P_{in}$  = Daya yang masuk (Watt)

$P_{out}$  = Daya keluar (Watt)

### 2.2.2 Motor DC (*Direct Current*)

Motor DC atau yang biasa disebut motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar *impeller* pompa, *fan* atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, *fan* angin) dan di industri. Motor listrik kadang kala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Pada dasarnya semua motor DC dapat menjadi generator DC dikarenakan keduanya memiliki komponen-komponen yang sama persis. Meskipun demikian, fungsi dari keduanya saling bertolak belakang. Motor listrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanis, sedangkan generator berfungsi untuk mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Motor dan generator DC sama-sama mengadopsi salah satu hukum fisika terkenal yakni hukum Faraday.[2]

Hukum Faraday menjelaskan adanya fenomena induksi elektromagnetik, mengenai hubungan antara medan magnet, gaya gerak listrik, serta gaya mekanis. Jika ada sebuah kawat yang bergerak sehingga memotong garis gaya magnet, maka akan secara alami terbangkitkan gaya gerak listrik pada kawat tersebut. Fenomena ini yang menjadi prinsip dasar generator DC. Sedangkan jika ada sebuah kawat kumparan beraliran listrik searah sedang berada di tengah-tengah medan magnet, maka kumparan tersebut akan timbul gaya dorong atau yang biasa kita kenal dengan sebutan gaya *Lorents*. Fenomena ini menjadi prinsip dasar motor listrik DC bentuk motor DC dapat dilihat pada Gambar 2.4



**Gambar 2.4** Motor DC (*Direct Current*)

Spesifikasi motor DC yang dipakai pada alat penyimpan energi berbasis roda-gila (*flywheel*) ini dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini:

**Tabel 2.1** Spesifikasi motor DC

<i>Rated voltage</i>	24 volt
<i>Rated output</i>	50 watt
<i>Rated current</i>	3,5 ampere
<i>Rated speed</i>	3150 RPM
<i>Rated torque</i>	1,9 kgf-cm
<i>Weight</i>	1,9 kg

