

# RANCANG BANGUN MEKANISME FESS SEBAGAI ALAT PEMBANDING PENGARUH GEOMETRI FLYWHEEL TERHADAP ENERGI KINETIK YANG DIHASILKAN

Adhe Anggry<sup>1</sup>, Yuli Dharta<sup>2</sup>, Andri Wiguna<sup>3</sup>, Armada<sup>4</sup>, Ririn Martasari<sup>5</sup>  
<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Mesin-Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung  
Kawasan Industri Airkantung Sungailiat,  
Telp.0717-93586, Fax.0717-93585, [adhe@polman-babel.ac.id](mailto:adhe@polman-babel.ac.id)

## Abstract

Recent days, more and more people are becoming interested in "free-energy". "Free-energy" means the energy sources used freely without to pay. The sources of "free-energy" are sunlight, rainfall, wind energy, wave power, and tidal power. There are other sources of power such as gravity, electrical charge in the atmosphere and ionosphere, and a mass. FESS (Flywheel Energy Storage System) is an attempt to store kinetic energy generated from the rotation flywheel in which the electrical power output from the generator as an input to the motor. Mass flywheel greatly affects the amount of power generated by a generator which will serve as a flywheel device or distributors of energy while at the induction generator to eventually convert mechanical energy into electrical energy and vice versa. In this system design becomes very important for the flywheel can store the kinetic energy. This research aims to design and build mechanisms as a means of comparison FESS flywheel effect of the geometry of the kinetic energy generated. The research method is done by making three different geometric design flywheels, and then analyzed with the help of FESS. From the experimental results, flywheel 1 with a ring-type web-concave generate kinetic energy of 312.30 J and specific energy of 31.23 J / kg, at the flywheel 2 which is type-straight arm kinetic energy gained by 316.73 J and energy specific of 31.67 J / kg and flywheel 3 with a ring-type web-straight kinetic energy obtained by 284.997 J and specific energy of 28.49 J / kg. From the research data we can conclude that each design geometry flywheel has a different contribution to the performance of energy storage.

**Keywords:** Massive, Flywheel, Kinetic energy, Specific energy

## Abstrak

Saat ini, semakin banyak orang mulai tertarik pada "free-energy". "Free-energy" yang dimaksud adalah sumber energi yang dapat digunakan secara gratis tanpa harus membayar. Sumber "free-energy" tersebut adalah matahari, hujan, angin, gelombang, pasang-surut. Sumber lain seperti gravitasi, muatan listrik pada atmosfir dan ionsfir, dan massa. FESS (Flywheel Energy Storage System) adalah suatu upaya untuk menyimpan energi kinetik yang dihasilkan dari putaran flywheel dimana output daya listrik dari generator sebagai input untuk motor penggerak. Massa flywheel sangat berpengaruh terhadap besarnya daya yang dihasilkan oleh generator yang dimana flywheel akan berfungsi sebagai perangkat atau penyalur energi sementara pada generator induksi untuk nantinya mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dan sebaliknya. Dalam sistem ini desain flywheel menjadi sangat penting untuk dapat menyimpan energi kinetik. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun mekanisme FESS sebagai alat pembanding pengaruh geometri flywheel terhadap energi kinetik yang dihasilkan. Metode penelitian dilakukan dengan membuat 3 (tiga) desain geometri flywheel yang berbeda, kemudian dianalisis dengan bantuan FESS. Dari hasil percobaan, flywheel 1 dengan tipe ring-web-concave menghasilkan energi kinetik sebesar 312,30 J dan energi spesifik sebesar 31,23 J/kg, pada flywheel 2 yaitu tipe arm-straight diperoleh energi kinetik sebesar 316,73 J dan energi spesifik sebesar 31,67 J/kg dan flywheel 3 dengan tipe ring-web-straight diperoleh energi kinetik sebesar 284,997 J dan energi spesifik sebesar 28,49 J/kg. Dari data penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa masing-masing desain geometri flywheel memiliki kontribusi yang berbeda terhadap kinerja penyimpan energi.

**Kata kunci:** Massa, Flywheel, Energi kinetik, Energi spesifik

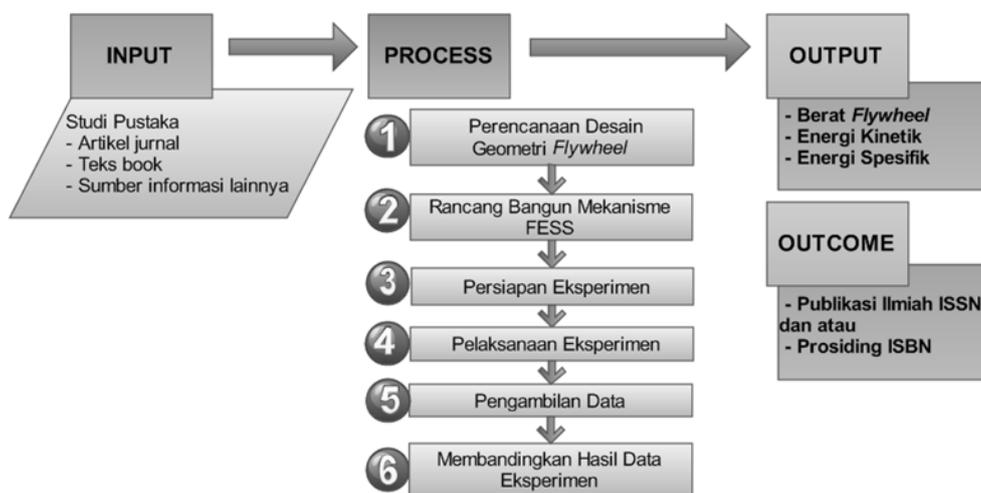
## 1. PENDAHULUAN

Saat ini, semakin banyak orang mulai tertarik pada “free-energy”. “Free-energy” yang dimaksud adalah sumber energi yang dapat digunakan secara gratis tanpa harus membayar. Sumber “free-energy” tersebut adalah matahari, hujan, angin, gelombang, pasang-surut. Sumber lain seperti gravitasi, muatan listrik pada atmosfer dan ionosfer, dan massa [3]. FESS (*Flywheel Energy Storage System*) adalah sistem penyimpanan energi pada *flywheel* yang memiliki massa tertentu dan menyimpannya sebagai energi kinetik dan melepaskan energi secara signifikan apabila energi tersebut diperlukan [1]. Energi kinetik dihasilkan dari putaran *flywheel* (roda gila) dimana *output* daya listrik dari generator sebagai *input* untuk motor penggerak. Massa *flywheel* sangat berpengaruh terhadap besarnya daya yang dihasilkan oleh generator yang dimana *flywheel* akan berfungsi sebagai perangkat atau penyalur energi sementara pada generator induksi untuk nantinya mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dan sebaliknya. Dalam sistem FESS desain *flywheel* menjadi sangat penting untuk dapat menyimpan energi kinetik. Kinerja *flywheel* dipengaruhi oleh 3 (tiga) faktor antara lain kekuatan material, geometri (penampang) dan kecepatan rotasi. Geometri mengontrol energi spesifik, dengan kata lain, kemampuan *flywheel* menyimpan energi kinetik [2]. Geometri yang baik akan berkontribusi penurunan konsentrasi tegangan pada *flywheel* dan kemudian meningkat masa pakai [4]. Optimasi dilakukan untuk memunculkan tingkat energi spesifik maksimum yang dapat dicapai dan memastikan bahwa tegangan maksimum  $\leq$  tegangan yang diizinkan dengan menyesuaikan kecepatan rotasi (*rpm*) *flywheel*. Semakin tinggi level *rpm* maka semakin baik level energi kinetik yang dapat dicapai.

Studi eksperimen terhadap desain geometri *flywheel* perlu dilakukan untuk mengetahui kontribusi geometri *flywheel* dalam kinerja penyimpanan energi. Dalam melakukan studi ini perlu dirancang dan dibangun mekanisme FESS sebagai alat pembanding pengaruh geometri *flywheel* terhadap energi kinetik yang dihasilkan.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan selama enam bulan, lokasi penelitian di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Tahapan penelitian yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini disajikan dalam diagram alir seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.

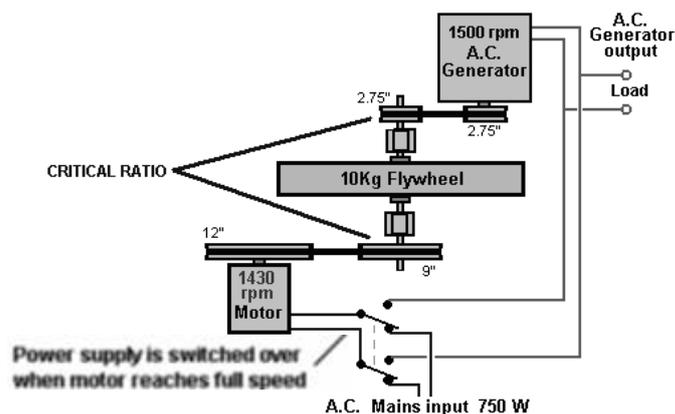


Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Tahapan proses yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan desain geometri *flywheel*, 3 (tiga) desain yang digunakan yaitu *web-straight*, *arm-straight* dan *web-convex*. *Flywheel* dibuat menggunakan material St. 42 dengan massa jenis 0,283 lb/in<sup>3</sup> atau 7849,99 kg/m<sup>3</sup>. Massa *flywheel* ditetapkan sebesar ~10 kg.

2. Rancang bangun mekanisme FESS, mekanisme FESS yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan mekanisme model FESS dari Jacob Byzer (Gambar 2), desain ini terdiri dari motor, *bearing*, kopling, v-belt, poros dan generator.
3. Persiapan eksperimen, alat yang disiapkan pada persiapan eksperimen ini yaitu mekanisme FESS, *stroboscope* (Gambar 3) dan *multimeter digital* (Gambar 4).
4. Pelaksanaan eksperimen, pelaksanaan eksperimen dilakukan sebanyak 5 (lima) kali percobaan dengan pengambilan data putaran *flywheel* (rpm), arus *output* generator dan tegangan *output* generator.
5. Pengambilan data, langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pengambilan hasil data eksperimen adalah sebagai berikut:
  - a. Menimbang berat *flywheel*,
  - b. Memasang *flywheel* yang akan diuji ke mekanisme FESS,
  - c. Untuk memastikan putaran sesuai dengan yang diinginkan, putaran *flywheel* diukur menggunakan *multimeter digital*,
  - d. *Flywheel* diputar dengan frekuensi motor yang telah ditetapkan. *Multimeter digital* dipasang pada terminal + dan - dari penyearah *output* generator. Setelah putaran *flywheel* stabil, *multimeter digital* dinyalakan (melakukan proses *scanning*). Selanjutnya proses *scanning* diakhiri dan data yang dihasilkan disimpan.
  - e. Mengulangi langkah 1 sampai dengan 4 sampai ke-3 *flywheel* selesai diambil datanya.
  - f. Melakukan perhitungan energi kinetik dari data *scanning* yang tersimpan.



Gambar 2. Jacob Byzehr's System [2]



Gambar 3. Stroboscope



Gambar 4. Multimeter digital

6. Membandingkan hasil data eksperimen, hasil data pengujian untuk 3 (tiga) desain *flywheel* dibandingkan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Desain Geometri *Flywheel*

Penelitian ini menggunakan 3 (tiga) desain, yaitu:

1. *Flywheel 1*, tipe *ring* dengan *web-concave*
2. *Flywheel 2*, tipe *arm-straight*
3. *Flywheel 3*, tipe *ring* dengan *web-straight*

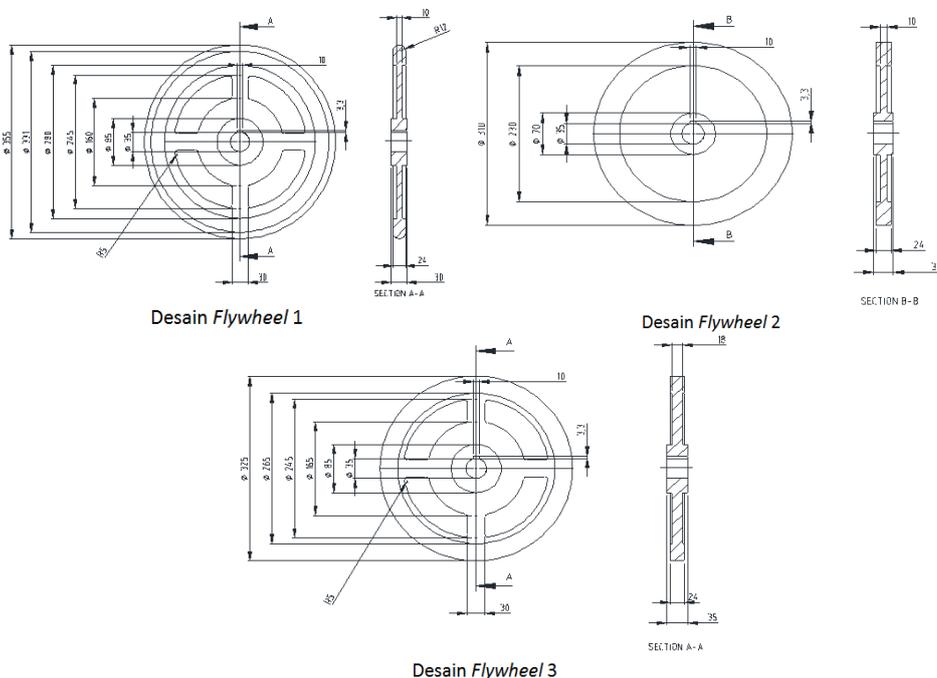
Desain geometri dan detail dimensi ketiga *flywheel* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

#### 3.2. Rancang Bangun Mekanisme FESS

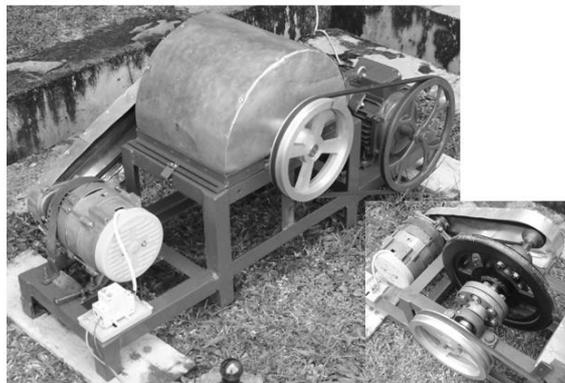
Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses rancang bangun mekanisme adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan diagram sistem mesin,
2. Perhitungan poros transmisi, *bearing* dan puli-sabuk,
3. Perancangan mekanisme model FESS,
4. Pembuatan komponen FESS, dan
5. Perakitan komponen FESS.

Hasil rancang bangun mekanisme model FESS diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Desain dan Demensi *Flywheel*



Gambar 6. Mekanisme Model FESS

### 3.3. Data Hasil Eksperimen

Berdasarkan langkah-langkah eksperimen, diperoleh data hasil eksperimen seperti yang ditunjukkan Tabel 2. Data pada Tabel 2 diolah sehingga didapat data penelitian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 1. Data Hasil Eksperimen

Parameter Ukur	Percobaan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
<b>Flywheel 1</b>						
Putaran (rpm)			1604			
Tegangan (volt)	190	191,1	189	189	189	189,62
Arus (Ampere)	0,052	0,065	0,065	0,063	0,063	0,0616
<b>Flywheel 2</b>						
Putaran (rpm)			1604			
Tegangan (volt)	189,99	188	188	187,4	187	188,078
Arus (Ampere)	0,063	0,062	0,062	0,065	0,063	0,063
<b>Flywheel 3</b>						
Putaran (rpm)			1604			
Tegangan (volt)	189,9	189,1	188,9	187,8	188	188,74
Arus (Ampere)	0,052	0,064	0,052	0,064	0,051	0,0566

Tabel 2. Data Penelitian

Geometri <i>Flywheel</i>	<i>Flywheel 1</i>	<i>Flywheel 2</i>	<i>Flywheel 3</i>
Massa <i>flywheel</i> (kg)	~10	~10	~10
Energi kinetik (J)	312,30	316,73	284,997
Energi spesifik (J/kg)	31,23	31,67	28,49

### 3. SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Dari hasil rancang bangun mekanisme model FESS diperoleh data spesifikasi mesin sebagai berikut:
  - Dimensi mesin : 1100mm x 600mm x 300mm
  - Sistem Transmisi : Puli dan belt
  - Sistem Penggerak : Motor Listrik 1,5 Pk
  - Sistem Penyimpanan : Generator AC
  - Berat *Flywheel* : 10 Kg
- Dari hasil percobaan terhadap 3 (tiga) geometri *flywheel* pada mekanisme FESS diperoleh bahwa rata-rata energi yang tersimpan masing-masing desain geometri *flywheel* adalah sebagai berikut:
  - Flywheel 1* dengan tipe *ring* dengan *web-concave* dengan energi kinetik 312,30 J dan energi spesifik 31,23 J/kg,
  - Flywheel 2* yaitu tipe *arm straight* dengan energi kinetik 316,73 J dan energi spesifik 31,67 J/kg dan
  - Flywheel 3* yaitu tipe *ring web-straight* dengan energi kinetik 284,997 J dan energi spesifik 28,49 J/kg.

### DAFTAR PUSTAKA

- Liu H dan Jiang J, "Flywheel Energy Storage, An Upswing Technology for Energy Sustainability", *Jurnal Energy and Buildings*, Vol. 39, pp.599-604, 2007.
- Mathew M., "Design of Flywheel for Improved Energy Storage Using Computer Aided Analysis," Project Report, Department of Mechanical Engineering, National Institute of Technology Rourkela, India, 2009.
- Patrick J. Kelly, A Practical Guide to Free-Energy Devices [Online], diakses pada 16 Februari 2016, Available: <http://www.free-energy-devices.com/>.
- Wan J., "Optimization Design and Analysis of A Flywheel," Project Report, Department of Mechanical Engineering, University of Massachusetts Amherst, New England, 1996.

